Netzwerk-Trends - Fortschritte in der Standardisierung vs. Multi-Technologie-Netzwerke

Prof. Dr. Thomas Horn
IBH Prof. Dr. Horn GmbH
Gostritzer Str. 61-63
01217 Dresden
http://www.ibh.de
info@ibh.de

Historie 1

3/1991	Gründung als Schulungs- und Beratungsunternehmen
5/1993	Einmietung in das TechnologieZentrum Dresden

6/1994	Internet-Service-Provider als Xlink-PoP
8/1994	erste Autorisierung durch Digital Equipment
1994/95	weitere Autorisierungen (Ascend, Sun, HP)

Historie 2

10/1996	Gründung der IBH Prof. Dr. Horn GmbH
1998-1999	Weitere Autorisierungen durch:

Cabletron

Checkpoint

Compaq

Computer Associates

iiyama

Lucent (Ascend)

Knürr

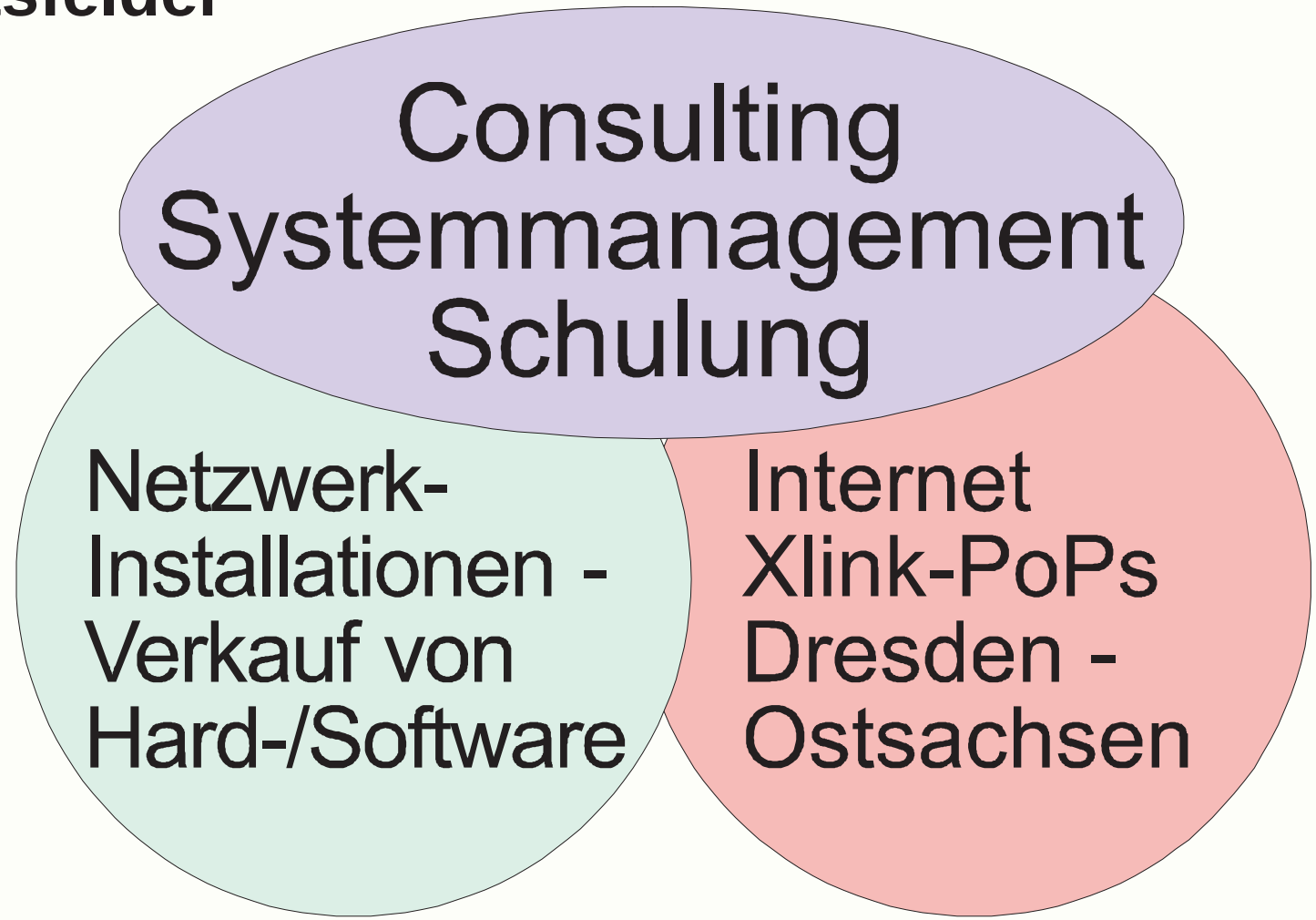
Powerware

Cybex/Polycon

Psion und Altec

Firmenprofil 1

Geschäftsfelder



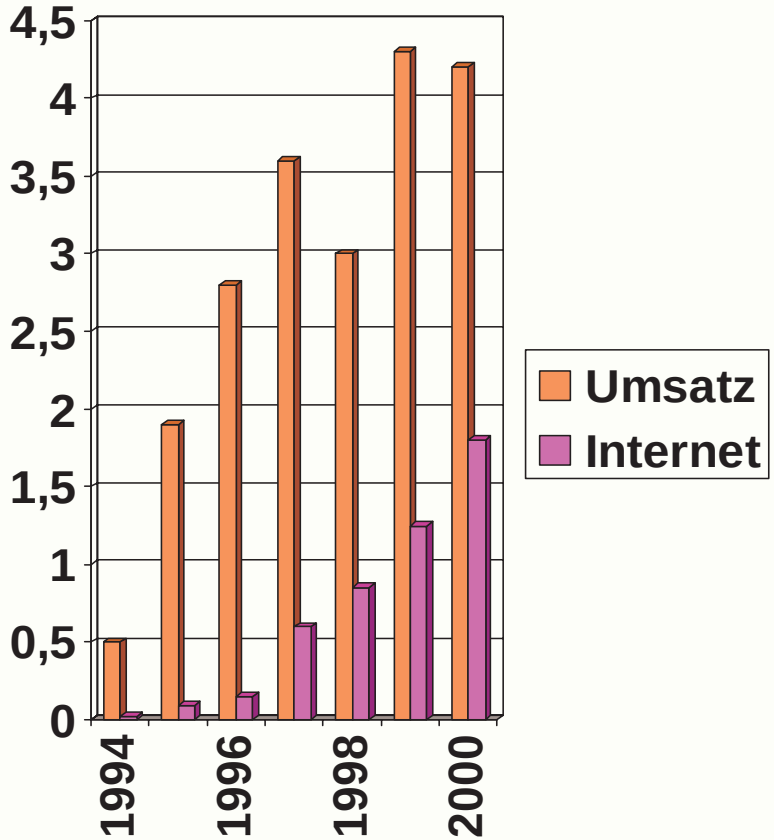
Firmenprofil 2

Die IBH Prof. Dr. Horn GmbH

- Stammkapital 100.000 DM
- 15 Mitarbeiter
- über 500 Kunden

Hauptumsatzfelder:

- Internet incl. SFV
- Netzwerke (ATM, FDDI, GigabitEther.)
- Server/RAID-Systeme
- Cluster-Systeme
- Intranet-Lösungen
- Unternehmensweites DV-Management



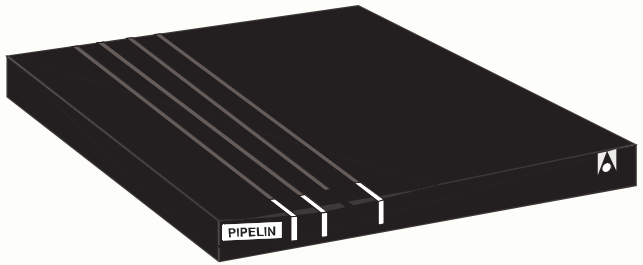
Firmenprofil 3

Leistungsübersicht

- Unabhängiger Internet-Provider (Zugang über ISDN/AfOD, SFV, ADSL, LAN und Funk)
- Netzwerke mit Ethernet, FDDI und ATM
- Ausfallsredundante Speicherlösungen
- Clustersysteme (OpenVMS, UNIX, WNT)
- Internet/Intranet-Lösungen beliebiger Art
- Systemmanagement/Systeminstallation
- PC-Integration in große Netzwerke

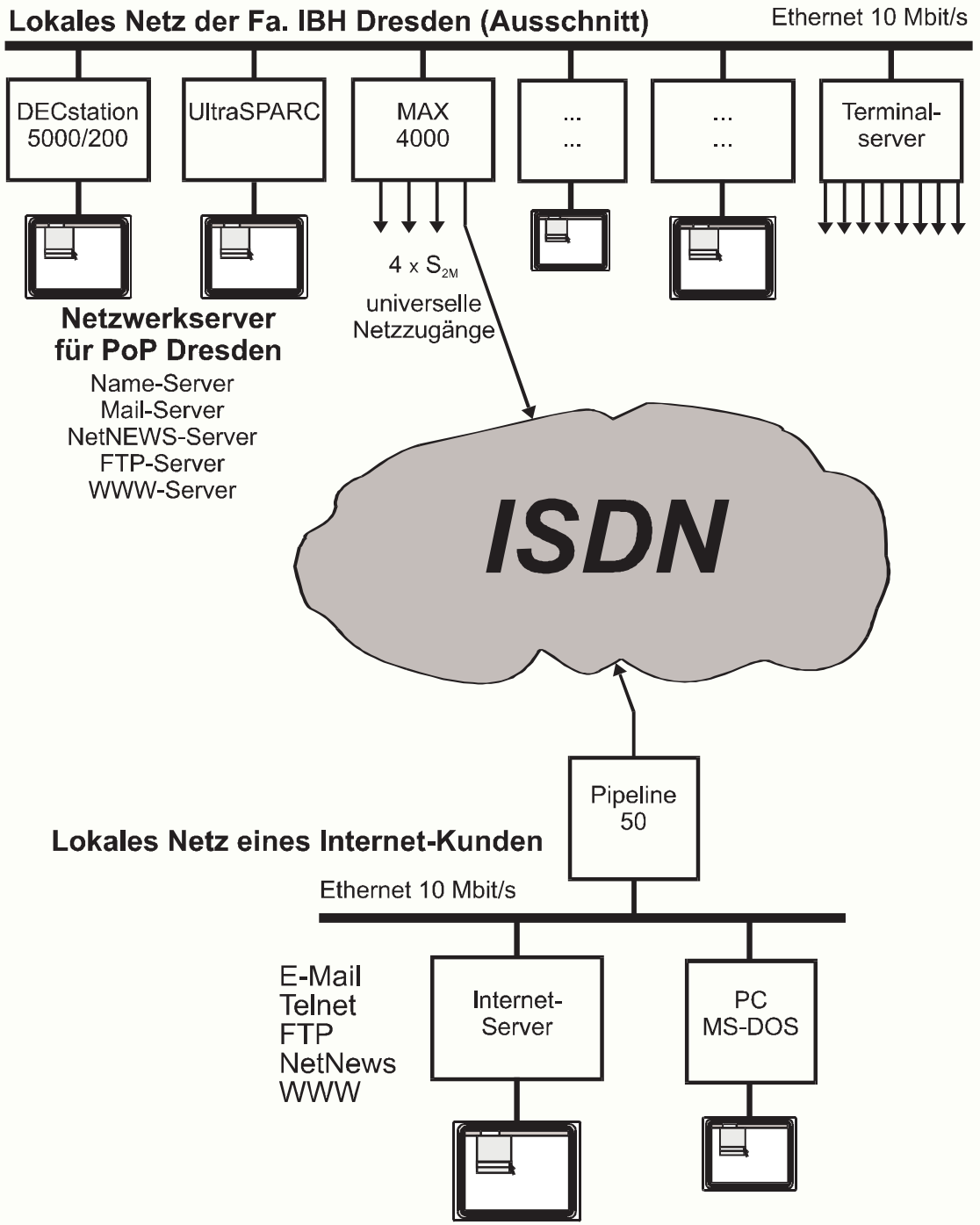
IBH Die Anfänge

- Kleine Firmen-LAN mit Ethernet (BNC)
- Internet-Zugänge (1994!)
  dedizierte Router vs. Softwarelösungen
- Welche Router für 1TR6 und E-DSS1?
  CISCO ---> Fehlanzeige (X.21/X.25)
  Digital Equipment ---> Fehlanzeige
  Ascend Communications:
  - P50 als Endkunden-Gerät
  - P400B/P400E/P1600 als Gegenstelle des Providers
  - heute ca. 500 Ascend-Geräte bei unseren Kunden



Technische Realisierung von Internet-Zugängen

Anbindung über ISDN oder Standard-Festverbindungen (SFV)



IBH Große heterogene Netzwerke

Große heterogene Netzwerke zeichnen sich aus durch:

- Vielfalt an Technologien (Ethernet, FDDI, ATM, ...)
- Vielfalt an Protokollen
- Geräte für verschiedene Einsatz-Ebenen (Workgroup, Depertmental, Enterprise, Global)

Diese Vielfalt wurde von Digital Equipment erfüllt!

Folge:

Als Digital-Partner war es naheliegend auch Partner im Bereich Netzwerke zu werden

Bei Routing-Produkten enge Zusammenarbeit mit Cisco Systems

IBH Digital Netzwerk-Partner (1997)

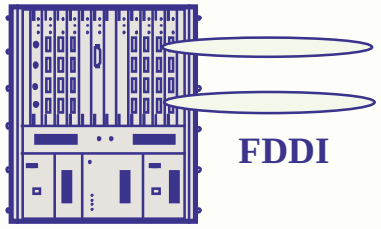
Warum sollte ein Systemhaus Digital-Netzwerke verkaufen?

- Digital ist seit den 70er Jahren im Netzwerkgeschäft
- Digital ist auf dem Gebiet der Standardisierung sehr aktiv
- Digital ist führender Mitentwickler der Ethernet-, FDDI- und ATM-Technologien
- Digital-Produkte bieten den besten Investitionsschutz
- Digital hat die breiteste Produktpalette
- Das MS900-Konzept ist führend
- 100.000 MS900 wurden bisher verkauft
- Der Digital-Marktanteil ist über 8%
- **Digital ist *ein führender* Anbieter**

Digital Produktspektrum (1987)

Unternehmen

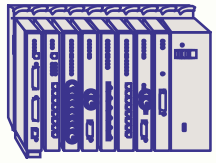
DECNIS



GIGAswitch FDDI

GIGAswitch ATM

Abteilung

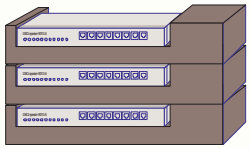


DEChub 90

MS 900

MS 600

Arbeitsgruppe

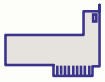


Stackable

DEChub 90 Modul
mit Netzteil

DEChub ONE
mit 900 Modul

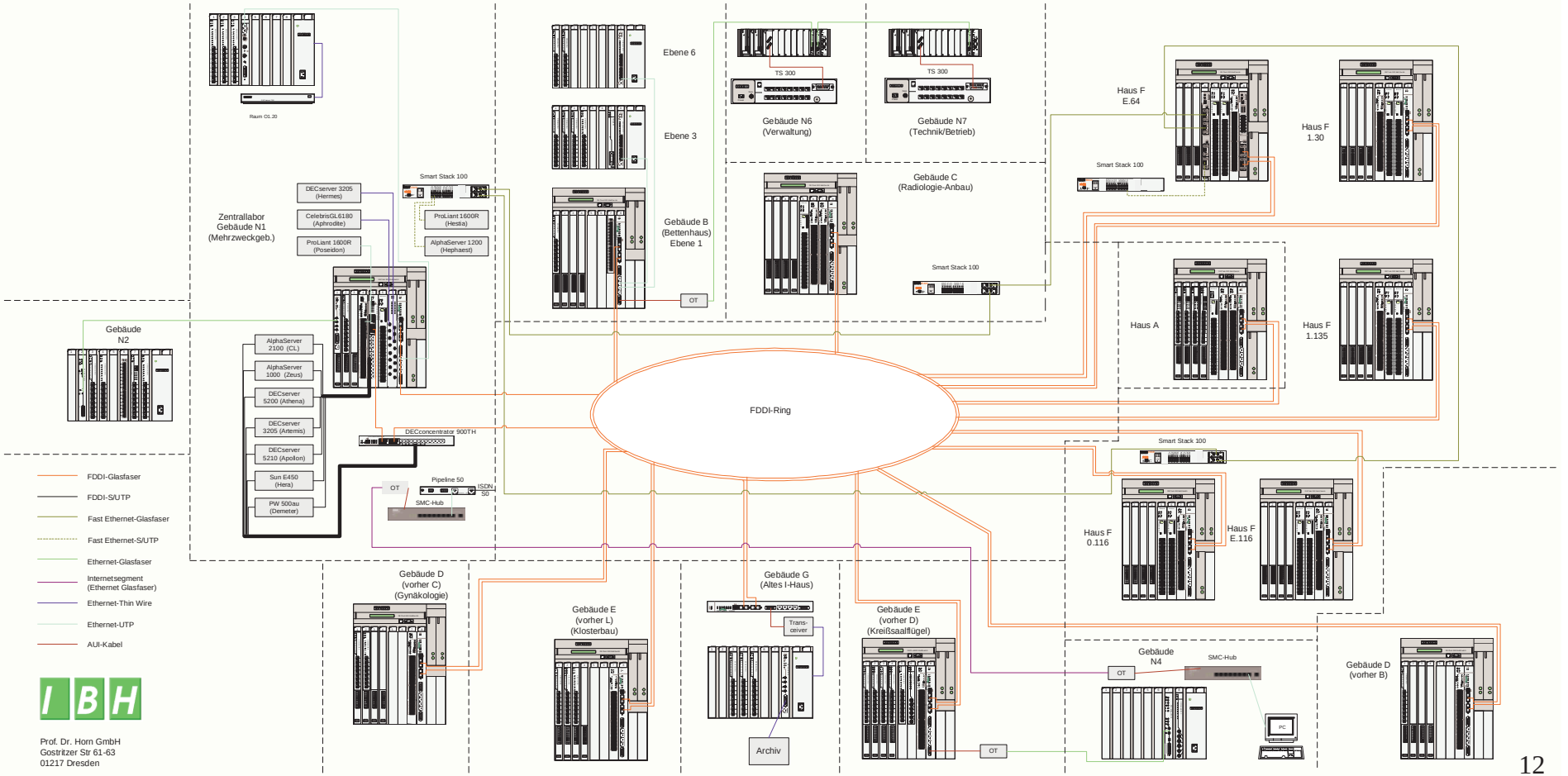
Arbeitsplatz



Adapter für PC und Systeme (Ethernet, FDDI und ATM)

Komplette Verwaltung von Netzwerken

Krankenhaus-Netzwerk mit ausfallredundantem FDDI-Ring und Fast-Ethernet-Ring (Realisierung 1996-2000)



Prof. Dr. Horn GmbH
Gostritzer Str 61-63
01217 Dresden

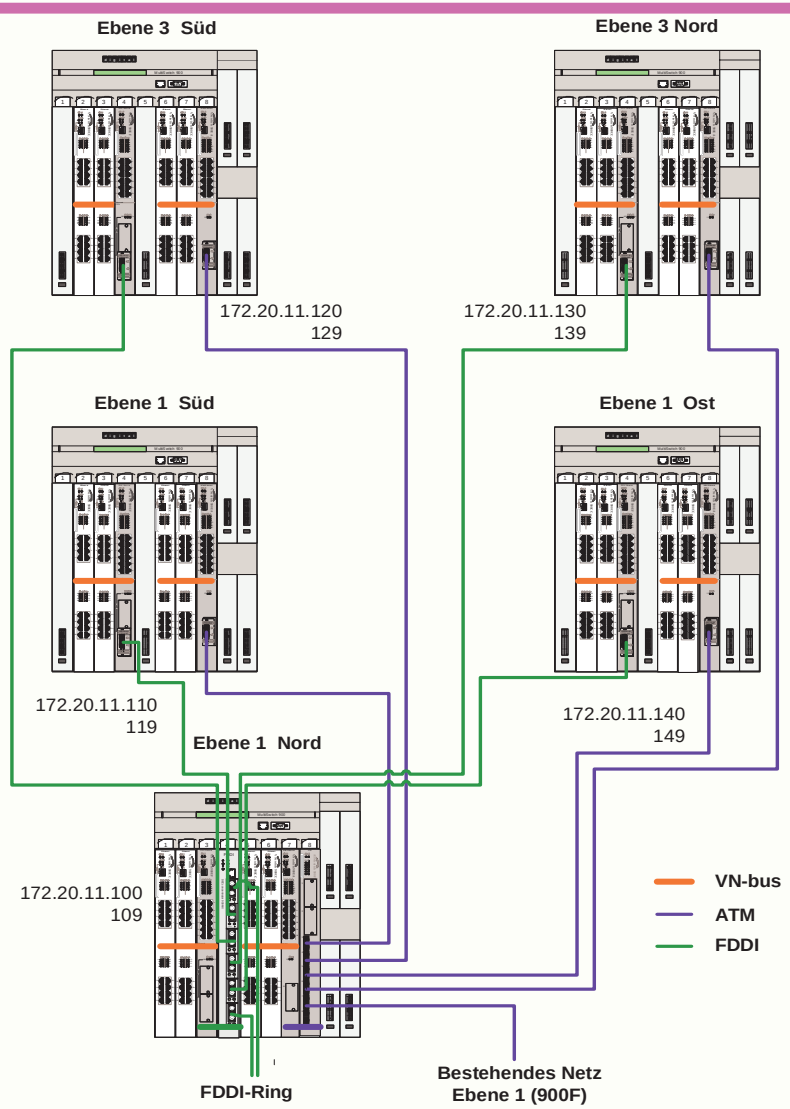
Komplexe Netzwerke mit FDDI und ATM

Netzwerkprojekt
Neubau „Bettenhaus“
im einem Krankenhaus

FDDI-Ring für Krankenhausverwaltung

ATM-Backbone für Bildverarbeitung

Realisierung 12/1999



Aktuelle Markt-Entwicklungen 1998-2000

- Ascend wurde von Lucent aufgekauft
  P50 und MAX-Familie wird weiterentwickelt
  ---> Autorisierung durch Lucent
- DNPG (*digital network product group*) wurde an Cabletron verkauft (Cisco-Zusammenarbeit endet)
  MS900 wird weiterentwickelt
  andere Produkte werden durch Cabletron-Produkte abgelöst
  ---> Autorisierung durch Cabletron
- Cabletron wurde umstrukturiert - Enterasys Networks und drei andere Unternehmen wurden gegründet

DNPG an Gores Technology verkauft

Cabletron sells Digital Network Products Group to Gores Technology Group

ROCHESTER, NH — May 24, 2000 — Cabletron Systems, Inc. (NYSE:CS) today announced that it has reached a definitive agreement to sell its Digital Network Products Group (DNPG) to Gores Technology Group (GTG). DNPG, headquartered in Andover, Massachusetts, sells networking solutions under the DIGITAL brand name. These solutions are used by the DNPG's enterprise customers to interconnect servers, desktops, office and manufacturing devices.

Cabletron purchased the DNPG from Digital Equipment Corporation (now Compaq) in February 1998.

DNPG von VNETEK COMMUNICATIONS erworben

Andover, MA, September 28, 2000 — This week Digital Networks was established as an independent company and will operate under the trade name of Digital Networks. The new company, headquartered in Andover, Massachusetts, is operated under the leadership of Bill Burger, President, and employs a worldwide workforce of approximately 100 employees. With sales offices located throughout the United States and Europe, Digital Networks will focus on providing innovative solutions for complete workgroup and wiring closet networking needs of enterprise customers.

Digital Networks wieder in Europa

Aktueller Stand:

- Support- und Vertriebsgruppe in UK
- 2 europaweit tätige Distributoren unter Vertrag
- ehemalige Partner wurden wieder autorisiert
- IBH hat sich sofort den neuen Herausforderungen gestellt
- Der europäische Markt verlangt nach leistungsfähigen Servicekonzepten
- Digital Networks ist dabei gemeinsam mit Partnern ein tragfähiges Service-Konzept zu etablieren

Das Servicekonzept

Digital Networks

Onsite Service
Next Busines Day

Offsite Service
Teile-Service

IBH-Kalkulation:

- Reaktionszeit von 4 Stunden mit kontin. Weiterarbeit	25,0 %
- Reaktionszeit von 2 Stunden mit kontin. Weiterarbeit	50,0 %
- Samstag, 8.00-17.00 Uhr	3,6 %
- Sonntag, 8.00-17.00 Uhr	4,5 %
- Mo. - Fr., 8.00-20.00 Uhr	6,0 %
- Samstag, 8.00-20.00 Uhr	4,8 %
- Sonntag, 8.00-20.00 Uhr	6,0 %
- Mo. - Fr., 8.00-24.00 Uhr	14,0 %
- Samstag, 8.00-24.00 Uhr	6,4 %
- Sonntag, 8.00-24.00 Uhr	8,0 %
- Feiertagszuschlag	5,0 %

Aktuelle Informationen bei IBH 1

Digital Networks - Netscape 6

Datei Bearbeiten Anzeigen Suchen Gehe Lesezeichen Aufgaben Hilfe

http://www.ibh.de/dn/digital-networks.html

Suchen

Anfang | Mein Netscape | Net2Phone | Infrastrutural St... | IBH Cricket | Teleauskunft | Reiseservice - ...

Prof. Dr. Horn GmbH
Internet, Netzwerke, Hard- und Software

Tel.: 0351 / 4 77 77 - 0
Fax: 0351 / 4 77 77 - 19
email:info@ibh.de

DigitalNetworks
digitalnetworks.net

digital

Digital Networks

Digital Networks wurde als Privatfirma im September 2000 gegründet und hat seinen Sitz in Andover, Massachusetts/USA. Das Unternehmen ging aus der Digital Network Product Group (DNPG) hervor, nachdem sich Cabletron Systems im Rahmen seiner Umstrukturierung von den Digital-Netzwerk-Produkten trennte.

Digital Networks ist keine Tochtergesellschaft der Compaq Computer Corporation. Die Markenzeichen DIGITAL und DEC sowie das Digital-Logo dürfen aber mit Genehmigung der Compaq Computer Corporation verwendet werden. In Fortsetzung der erfolgreichen Netzwerk-Produktlinien DEChub 90 und MultiSwitch 900 von Digital Equipment Corporation (DEC) bietet Digital Networks Hochleistungslösungen für Netzwerke für Unternehmen und Arbeitsgruppen an, die mit kritischen Anwendungen arbeiten.

Weitere Informationen finden Sie unter den folgenden Verweisen:

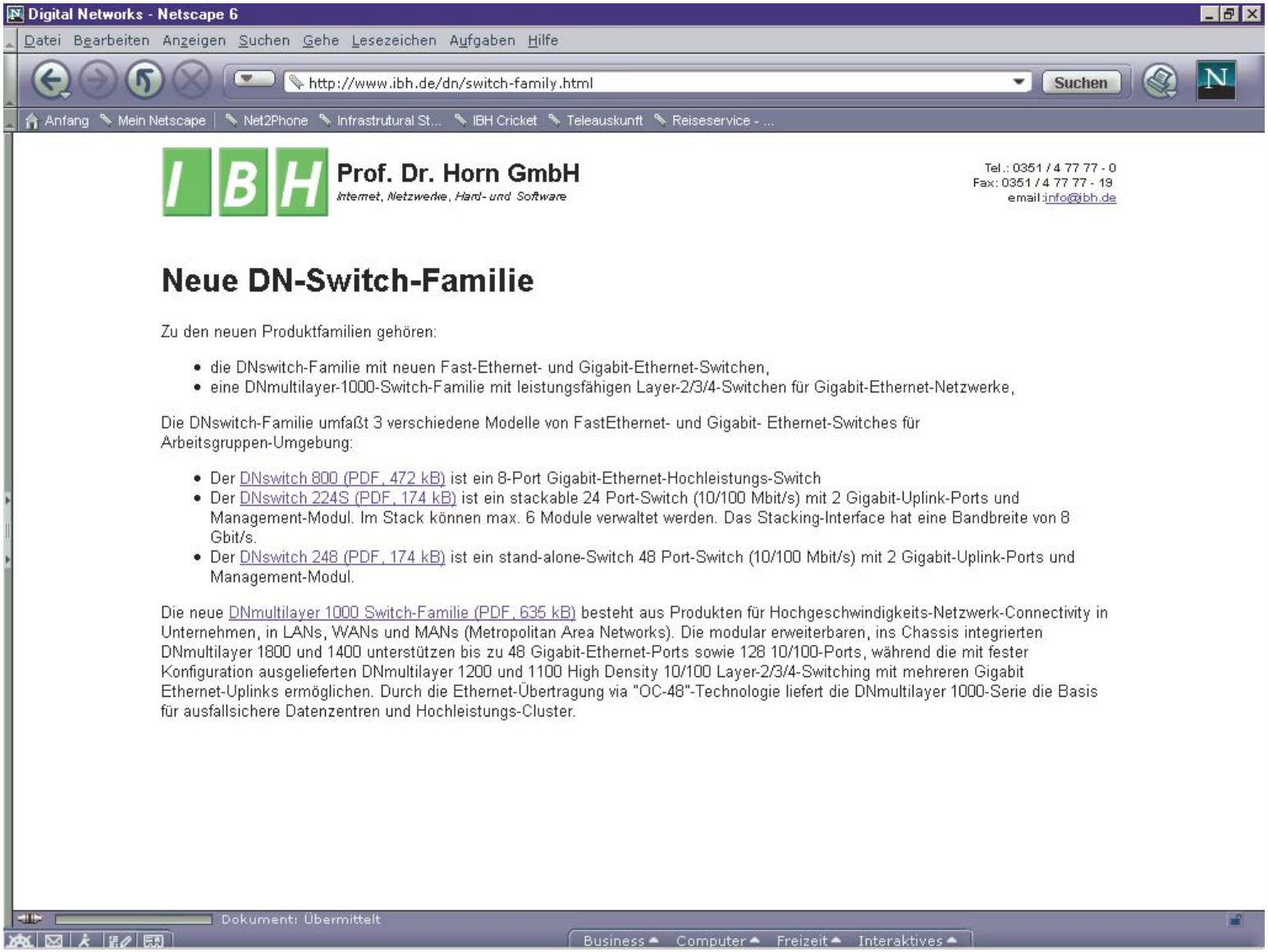
Neue DN-Switch-Familie

VNSwitches und MS900

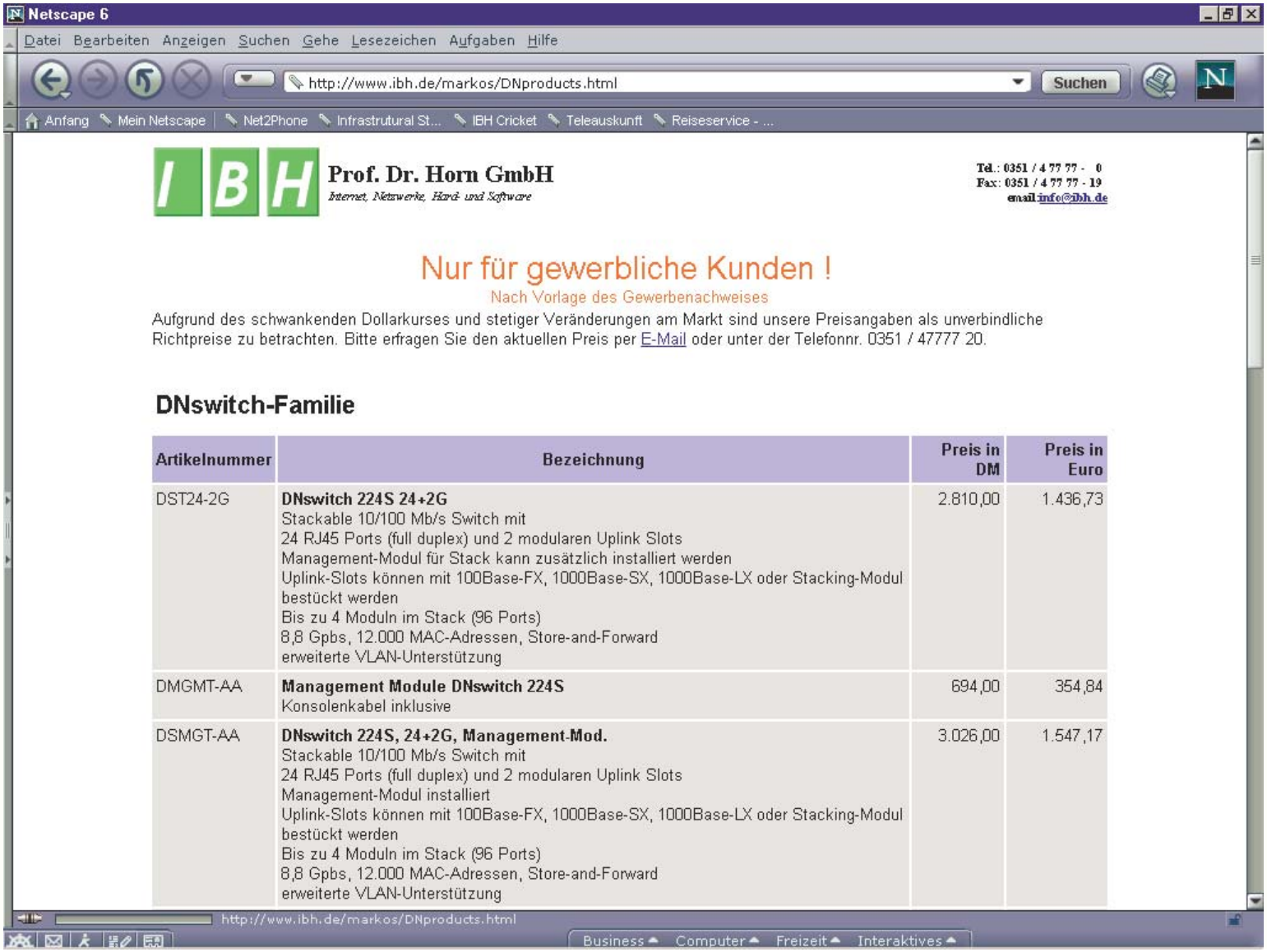
Dokument: Übermittelt

Business | Computer | Freizeit | Interaktives

Aktuelle Informationen bei IBH 2


Digital Networks - Netscape 6
Datei Bearbeiten Anzeigen Suchen Gehe Lesezeichen Aufgaben Hilfe
http://www.ibh.de/dn/switch-family.html
Suchen
Anfang Mein Netscape Net2Phone Infrastrutural St... IBH Cricket Teleauskunft Reiseservice - ...
Prof. Dr. Horn GmbH
Internet, Netzwerke, Hard- und Software
Tel.: 0351 / 4 77 77 - 0
Fax: 0351 / 4 77 77 - 19
email:info@ibh.de
Neue DN-Switch-Familie
Zu den neuen Produktfamilien gehören:
die DNswitch-Familie mit neuen Fast-Ethernet- und Gigabit-Ethernet-Switchen,
eine DNmultilayer-1000-Switch-Familie mit leistungsfähigen Layer-2/3/4-Switchen für Gigabit-Ethernet-Netzwerke,
Die DNswitch-Familie umfaßt 3 verschiedene Modelle von FastEthernet- und Gigabit- Ethernet-Switches für Arbeitsgruppen-Umgebung:
Der DNswitch 800 (PDF, 472 kB) ist ein 8-Port Gigabit-Ethernet-Hochleistungs-Switch
Der DNswitch 224S (PDF, 174 kB) ist ein stackable 24 Port-Switch (10/100 Mbit/s) mit 2 Gigabit-Uplink-Ports und Management-Modul. Im Stack können max. 6 Module verwaltet werden. Das Stacking-Interface hat eine Bandbreite von 8 Gbit/s.
Der DNswitch 248 (PDF, 174 kB) ist ein stand-alone-Switch 48 Port-Switch (10/100 Mbit/s) mit 2 Gigabit-Uplink-Ports und Management-Modul.
Die neue DNmultilayer 1000 Switch-Familie (PDF, 635 kB) besteht aus Produkten für Hochgeschwindigkeits-Netzwerk-Connectivity in Unternehmen, in LANs, WANs und MANs (Metropolitan Area Networks). Die modular erweiterbaren, ins Chassis integrierten DNmultilayer 1800 und 1400 unterstützen bis zu 48 Gigabit-Ethernet-Ports sowie 128 10/100-Ports, während die mit fester Konfiguration ausgelieferten DNmultilayer 1200 und 1100 High Density 10/100 Layer-2/3/4-Switching mit mehreren Gigabit Ethernet-Uplinks ermöglichen. Durch die Ethernet-Übertragung via "OC-48"-Technologie liefert die DNmultilayer 1000-Serie die Basis für ausfallsichere Datenzentren und Hochleistungs-Cluster.
Dokument: Übermittelt
Business Computer Freizeit Interaktives

Aktuelle Informationen bei IBH 3


Netscape 6
Datei Bearbeiten Anzeigen Suchen Gehe Lesezeichen Aufgaben Hilfe
http://www.ibh.de/markos/DNproducts.html
Suchen
Anfang Mein Netscape Net2Phone Infrastrutural St... IBH Cricket Teleauskunft Reiseservice - ...
Prof. Dr. Horn GmbH
Internet, Netzwerke, Hard- und Software
Tel.: 0351 / 4 77 77 - 0
Fax: 0351 / 4 77 77 - 19
email:info@ibh.de
Nur für gewerbliche Kunden !
Nach Vorlage des Gewerbenachweises
Aufgrund des schwankenden Dollarkurses und stetiger Veränderungen am Markt sind unsere Preisangaben als unverbindliche Richtpreise zu betrachten. Bitte erfragen Sie den aktuellen Preis per E-Mail oder unter der Telefonnr. 0351 / 47777 20.
DNswitch-Familie
Artikelnummer
Bezeichnung
Preis in DM
Preis in Euro
DST24-2G
DNswitch 224S 24+2G
Stackable 10/100 Mb/s Switch mit
24 RJ45 Ports (full duplex) und 2 modularen Uplink Slots
Management-Modul für Stack kann zusätzlich installiert werden
Uplink-Slots können mit 100Base-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX oder Stacking-Modul bestückt werden
Bis zu 4 Moduln im Stack (96 Ports)
8,8 Gpbs, 12.000 MAC-Adressen, Store-and-Forward
erweiterte VLAN-Unterstützung
2.810,00
1.436,73
DMGMT-AA
Management Module DNswitch 224S
Konsolenkabel inklusive
694,00
354,84
DSMGT-AA
DNswitch 224S, 24+2G, Management-Mod.
Stackable 10/100 Mb/s Switch mit
24 RJ45 Ports (full duplex) und 2 modularen Uplink Slots
Management-Modul installiert
Uplink-Slots können mit 100Base-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX oder Stacking-Modul bestückt werden
Bis zu 4 Moduln im Stack (96 Ports)
8,8 Gpbs, 12.000 MAC-Adressen, Store-and-Forward
erweiterte VLAN-Unterstützung
3.026,00
1.547,17
http://www.ibh.de/markos/DNproducts.html
Business Computer Freizeit Interaktives

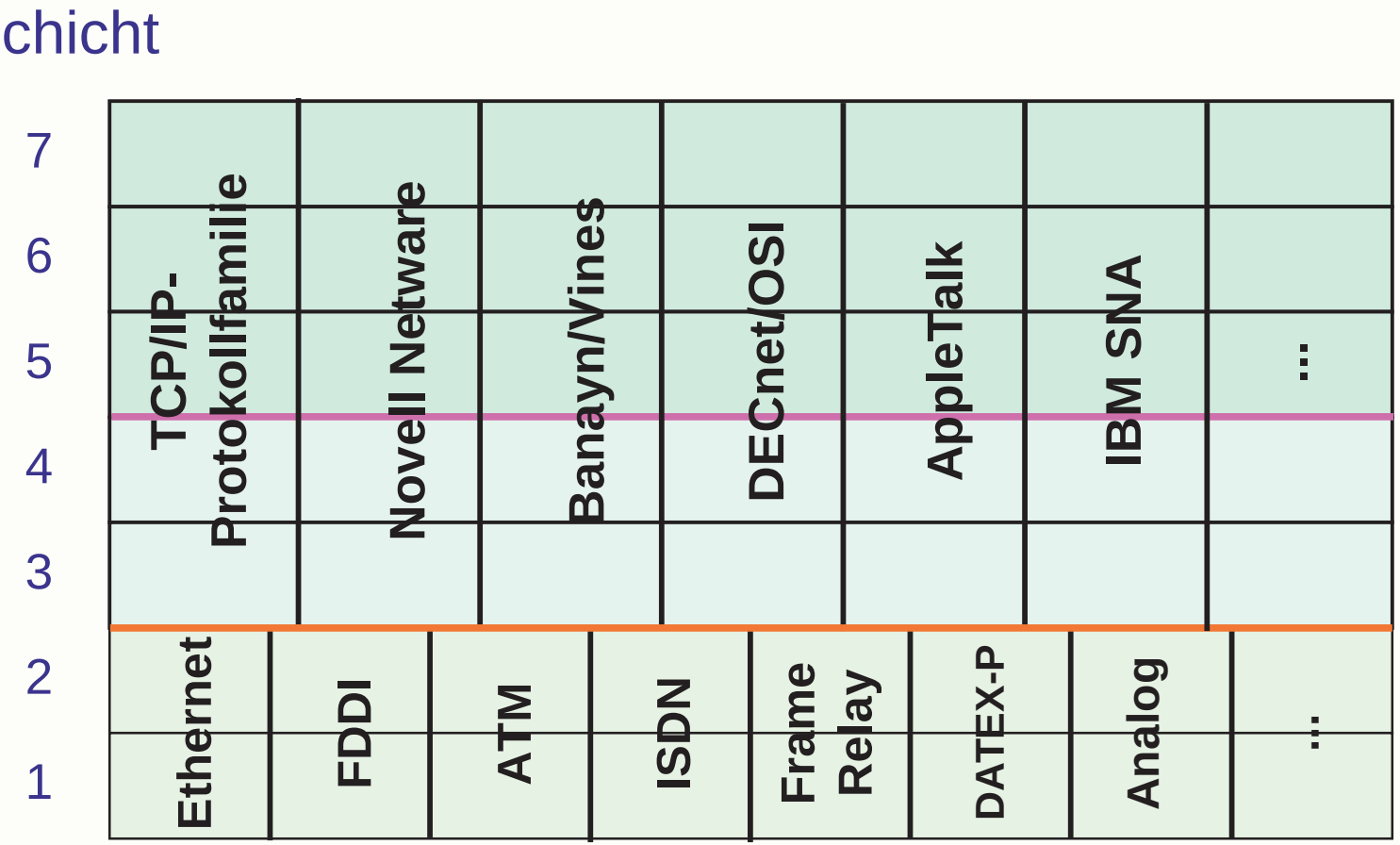
OSI-Referenzmodell 1

Das Referenzmodell

Schicht		
7	Application Layer	Applikationsschicht
6	Presentation Layer	Darstellungsschicht
5	Session Layer	Sitzungsschicht
4	Transport Layer	Transportschicht
3	Network Layer	Netzwerkschicht
2	Data Link Layer	Verbindungsschicht
1	Physical Layer	Physikalische Schicht

OSI-Referenzmodell 2

Einordnung verschiedener Technologien



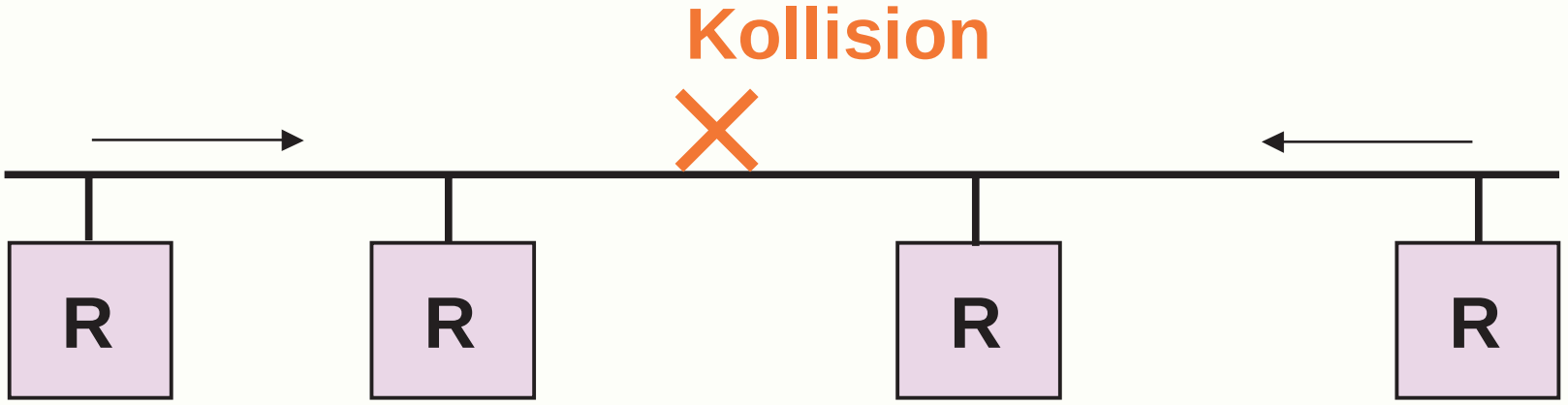
IBH Ethernet 1

Ethernet ist das „klassische“ LAN-Verfahren

Es wurde definiert für:

- Übertragungsrate von 10 Mbit/s
  ---> Bitzeit ist 100 ns
- maximale Länge von 2.800 m
- minimale Framegröße von 64 Byte
- maximale Framegröße von 1.518 Byte
- max. 2 Repeater je Ethernet-System
- maximale Knotenanzahl von 1.023

Ethernet-Prinzip



CSMA/CD-Verfahren:
CS - Carrier Sense
MA - Multiple Access
CS - Collision Detection

IBH Ethernet 3

Warum kommt es zur Kollision?

- Gleichzeitiges Senden wird organisatorisch durch CSMA ausgeschlossen
- Problematisch sind die physikalischen Laufzeiten

Funktioniert gut bei geringer Ausdehnung und geringer Übertragungshäufigkeit **!!!**

Folge

- kleine Netzwerke (< 200m, max. Länge nicht ausschöpfen)
- n x m sollte klein sein
  - n: Stationsanzahl
  - m: durchschnittlicher Traffic

Ethernet 4

Nachteile

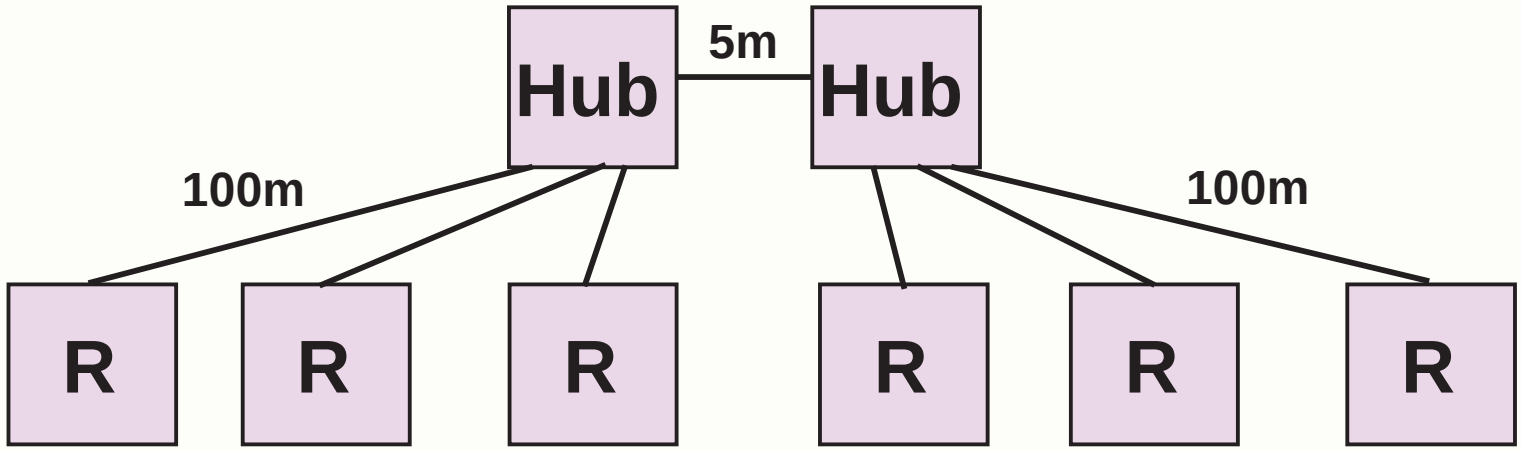
1) keine Echtzeiteigenschaften
   (Es ist undefiniert, in welcher Zeit welche Datenmenge übertragen werden kann)
2) bei hoher Last kommt es vermehrt zu Kollisionen
   --> *Zusammenbruch des Netzes*

Vorteile

1) preiswert
2) flexibel
3) einfach + zuverlässig
4) große Stationsanzahl
5) gut im Niederlastbereich
6) gut bei unregelmäßigem Verkehrsaufkommen

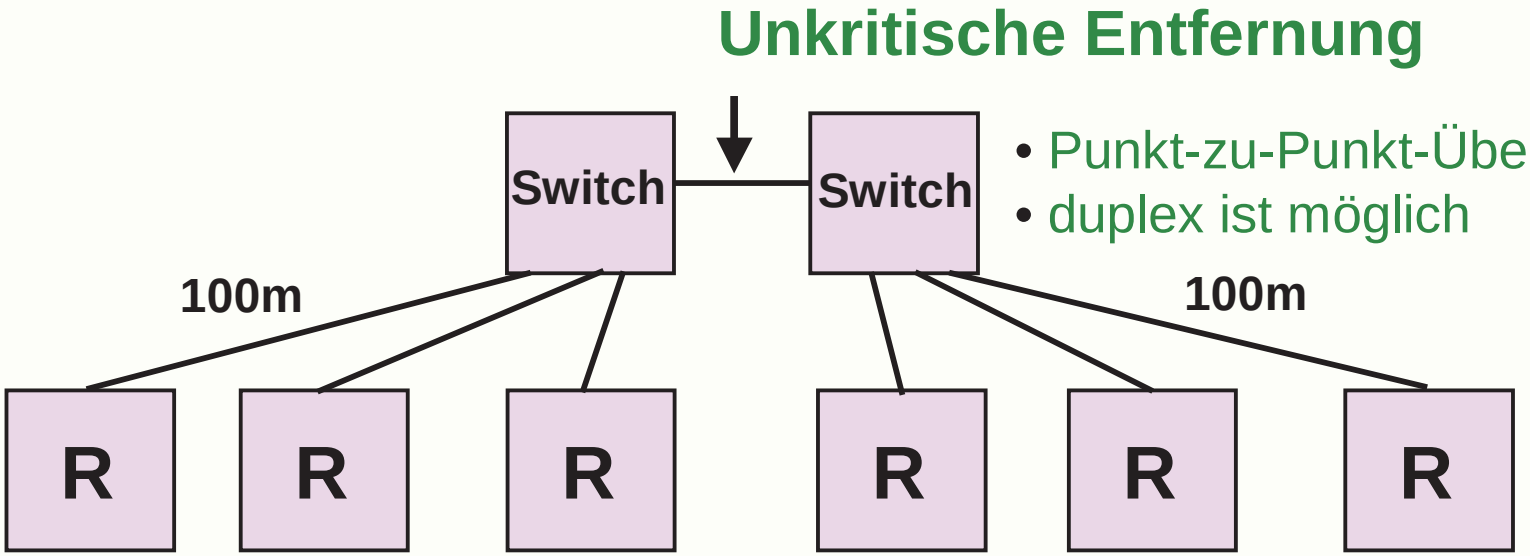
Fast-Ethernet

- die Bitzeit verringert sich auf 10 ns
- Blockübertragungszeit verringert sich auf 1/10
- Kollision kann nur erkannt werden, wenn der Sender ausreichend lange sendet ---> Ethernet-System verringert sich auf max. 205 m



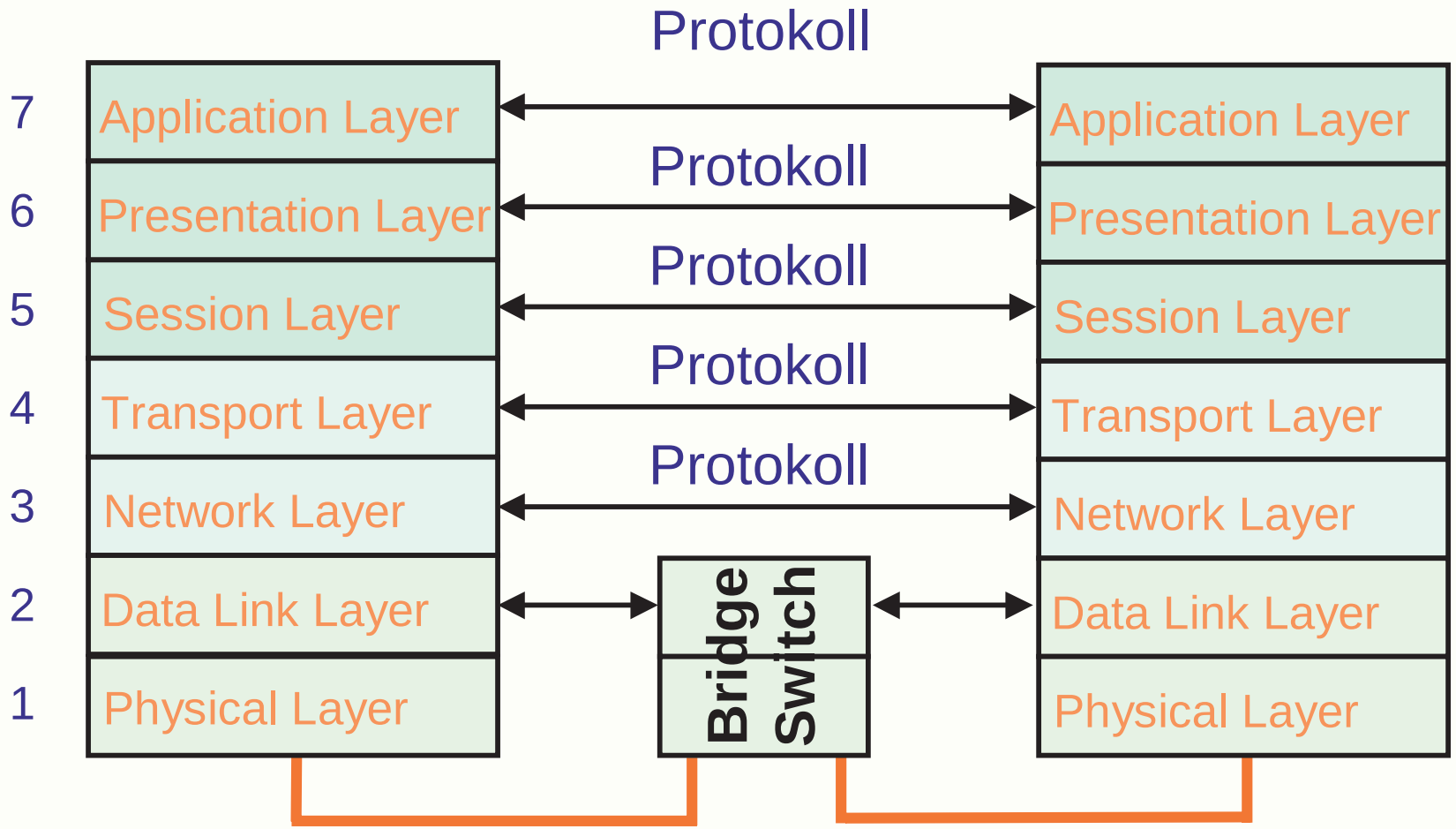
Fast-Ethernet

- Verstärkter Einsatz von Switches zur Lösung der Kollisions- und Längenprobleme
- Punkt-zu-Punkt-Verbindungen sind laufzeitunkritisch



Switches und Router 1

Bridges/Switches vermitteln Frames in der Schicht 2 auf Basis von MAC-Adressen

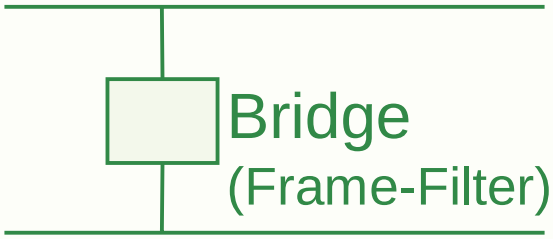


Ethernet-Bridge

Bei vielen Stationen ---> Häufung des Verkehrs ---> Anstieg der Kollisionen ---> Zusammenbruch des Netzverkehrs

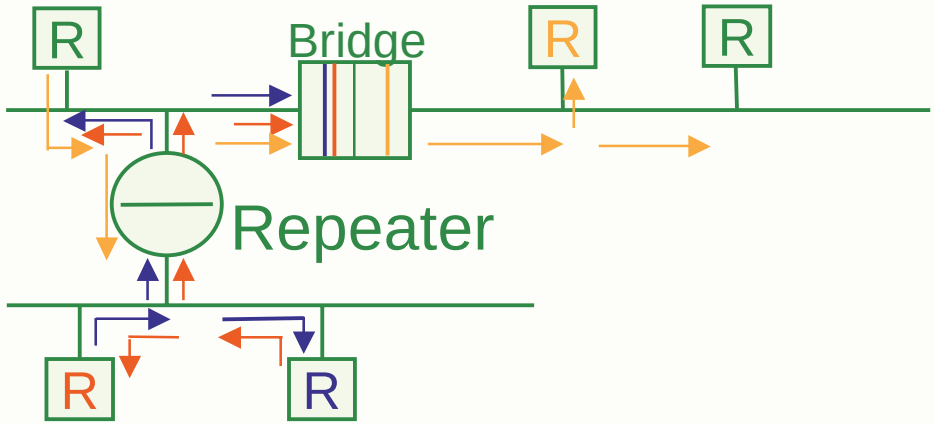
Lösung: Einsatz einer *Bridge*

Eine Bridge ist in Schicht 2 eingeordnet!



Bridge analysiert die MAC-Adressen des Senders + Empfänger.

1. Traffic wird separiert
2. Störungen werden separiert



Ethernet-Bridge (Layer 2)

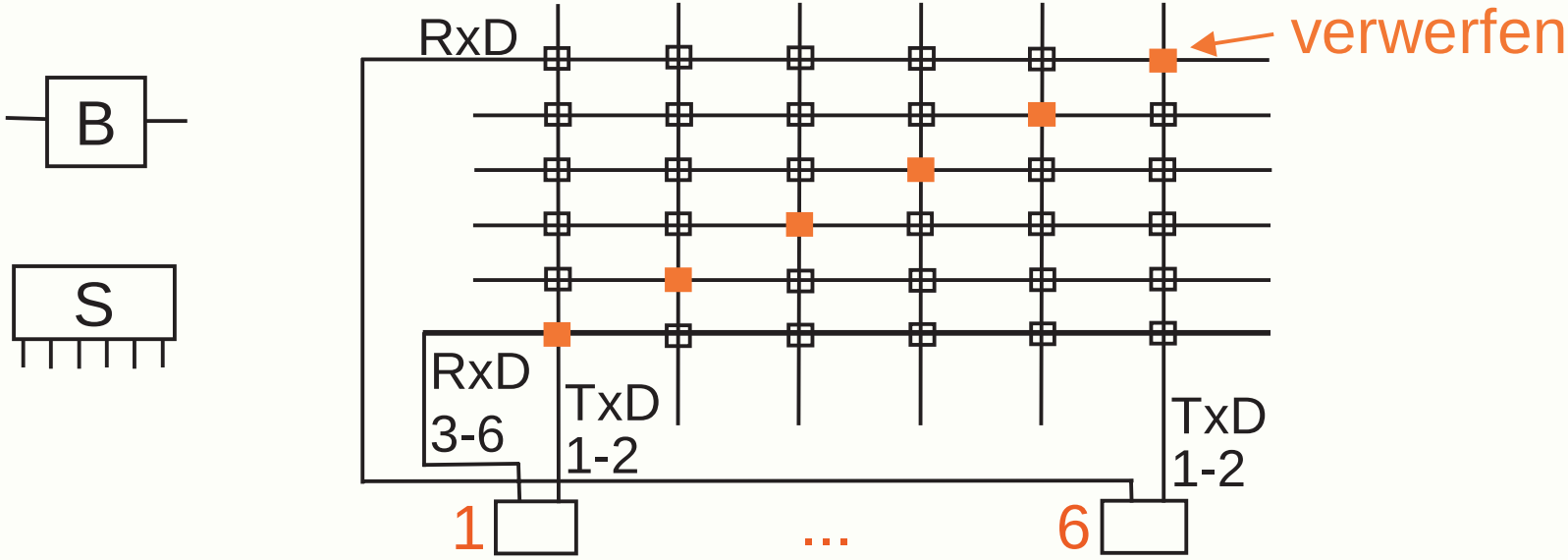
Vorteile:

- Lasttrennung (nur die notwendigen Pakete werden durchgelassen)
- Störungstrennung
- Verbesserung des Datenschutzes (Abhörsicherheit)
- Erweiterung der Ausdehnung
  Länge links und rechts gemäß Spezifikation
- separate Kollisionsdomänen

Nachteile:

- Verzögerung der Pakete (t_{Vmax}<2ms bei 10Base)

Kreuzschienenverteiler (Crossbar)



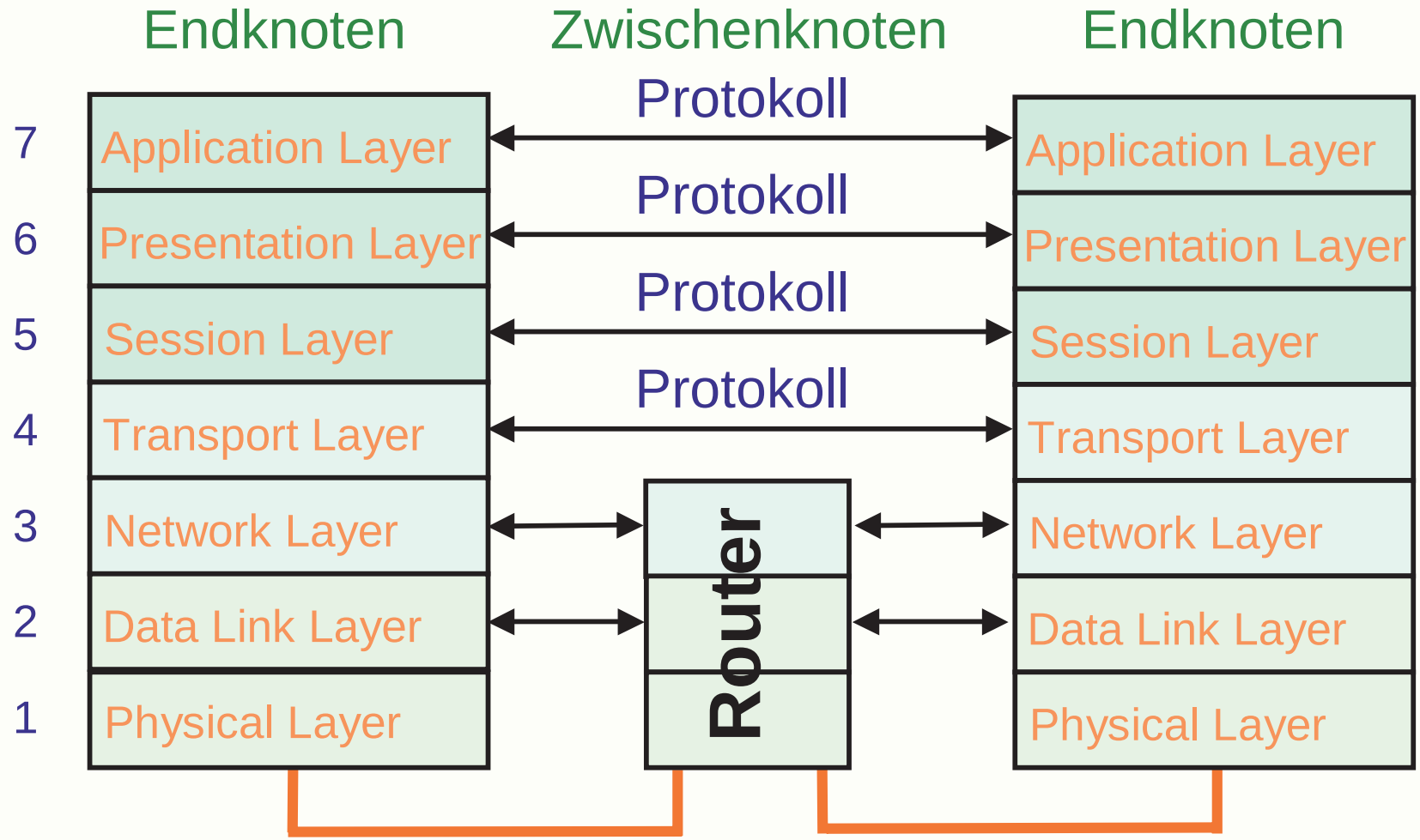
Nachteil: *Paketverzögerung!!!*

$t_{Vswitch} > t_N$ (bei Store-and-Forward)

$t_{Vswitchmax} > t_{Nmax}$

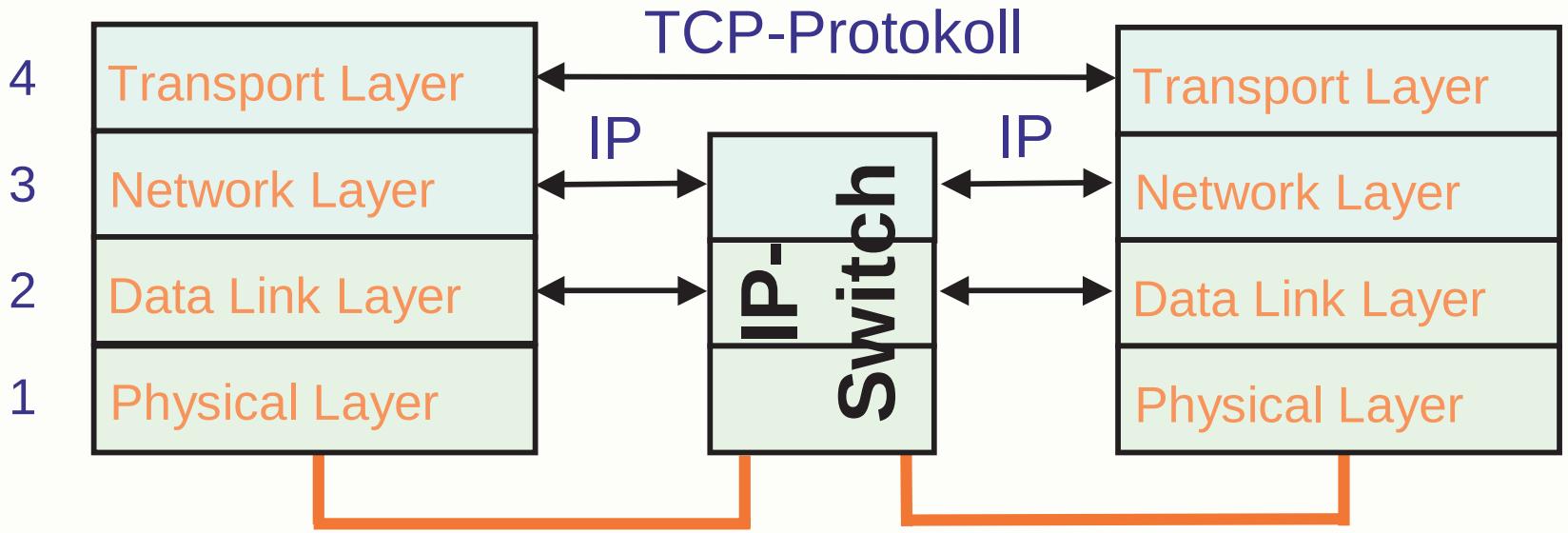
Switches und Router 5

Router vermitteln Datenpakete in der Schicht 3 auf Basis von Netzwerk-Adressen



Layer-3-Switching

- Effektives Handling des IP-Routing (*IPv4*)
- Erstes Paket eines Dataflows (*Quell-IP,Ziel-IP*) wird geroutet, Routinginformation ---> Cache
- weitere Pakete werden in Layer 2 auf MAC-Adressen-Ebene gemäß Cache-Information geswitcht



Layer-4-Switching

- Erweiterung des Layer-3-Switchings
- Erstes Paket eines Dataflows (Quell-IP,Ziel-IP,Port/Dienst) wird geroutet
- weitere Pakete werden in Layer 2 auf MAC-Adressen-Ebene geswitcht

Zusammenfassung

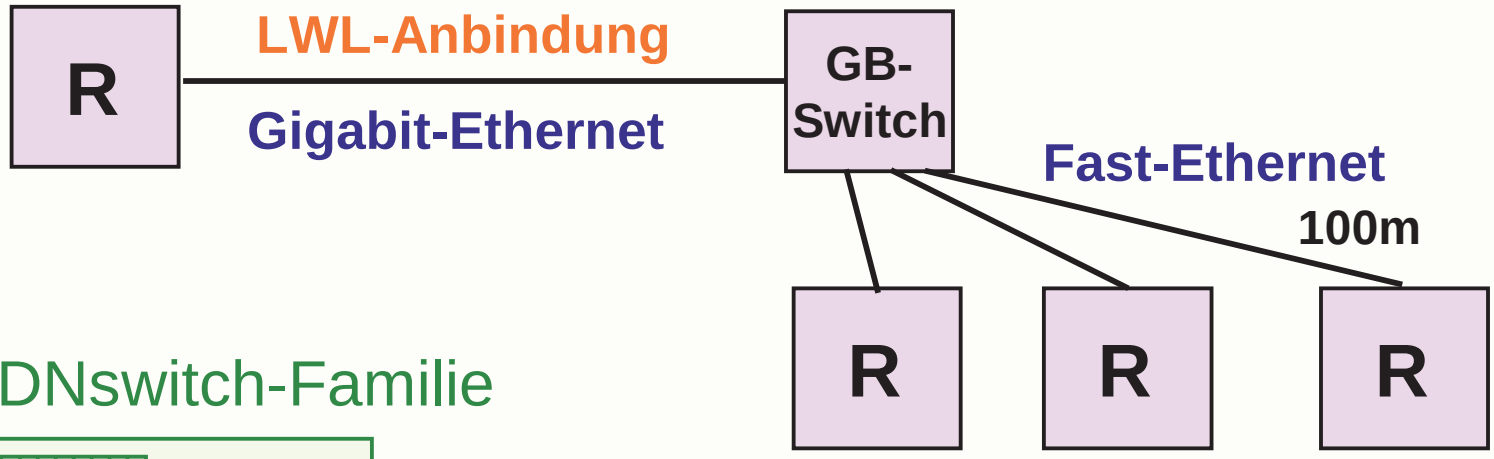
(1) Layer-3- und Layer-4-Switching sind nur für TCP/IP definiert
(2) Wurden speziell für IPv4 entwickelt, da Routing aufwendig
(3) Ziel: effektiveres Routing bzw. Einsparung von Routern
(4) Verfahren werden mit IPv6 überflüssig

Gigabit-Ethernet

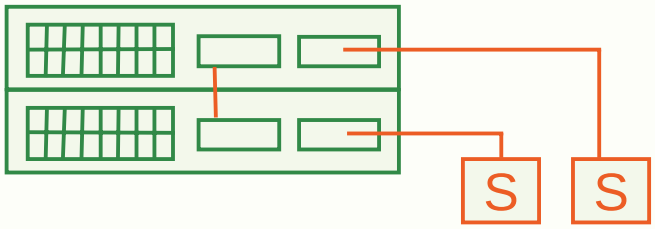
- die Bitzeit verringert sich auf 1 ns
- Blockübertragungszeit verringert sich auf 1/100
- Kollision kann nur erkannt werden, wenn der Sender ausreichend lange sendet ---> Ethernet-System würde sich auf wenige Meter verringern
- Zusammenfassung von 5 Ethernet-Frames zu einem Transport-Frame
- max. Ausdehnung von 20 m

Gigabit-Ethernet

- Einsatz über Gigabit-Ethernet-Switches möglich
- Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist nur vom Medium abhängig ---> Kollisionsfreiheit



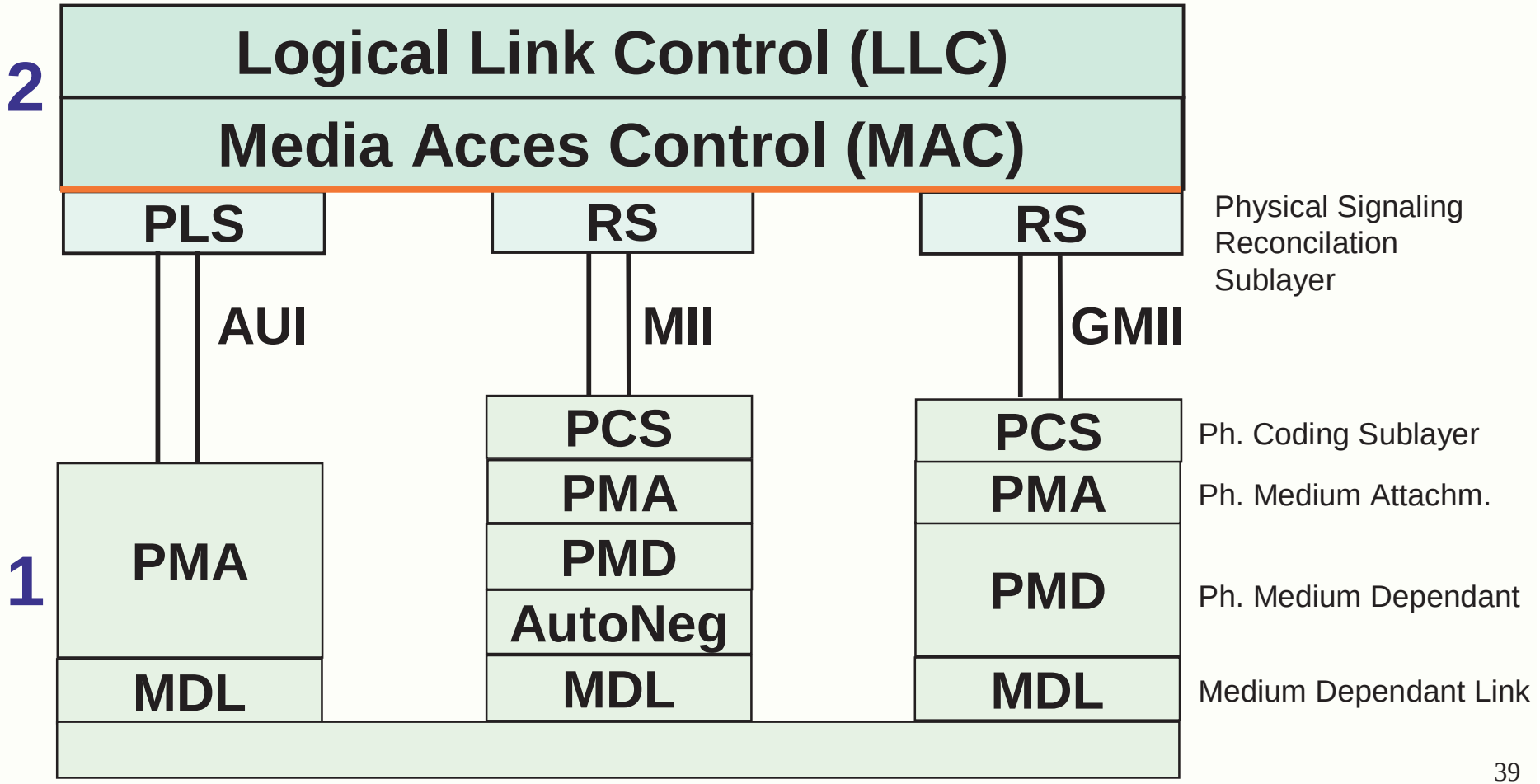
DNswitch-Familie



Adaptive 10/100 Mbit/s-Ports (auto-negotiation)

Schichtenmodell der verschiedenen Technologien

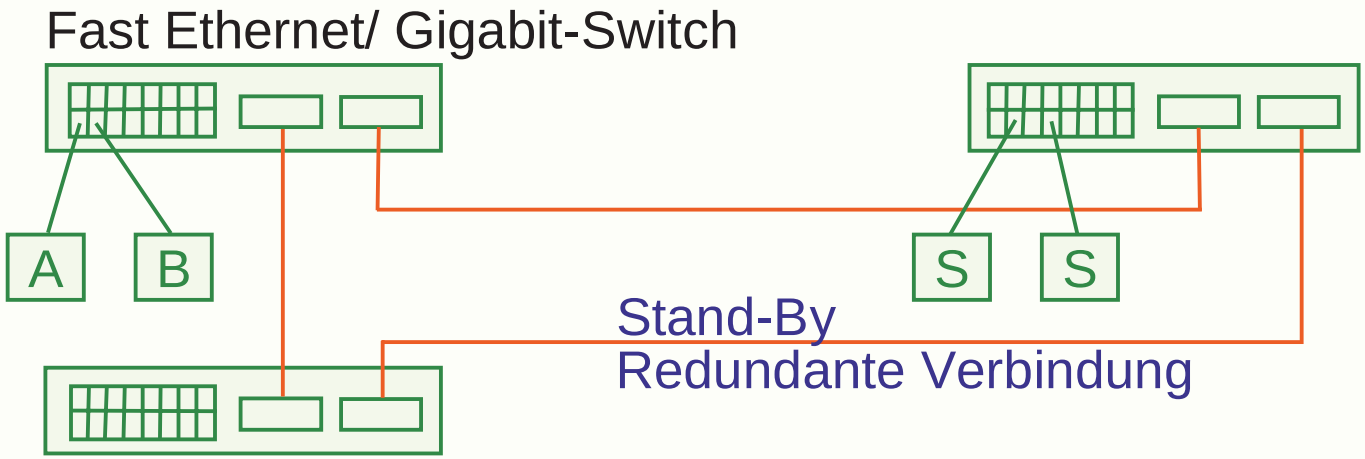
Schicht



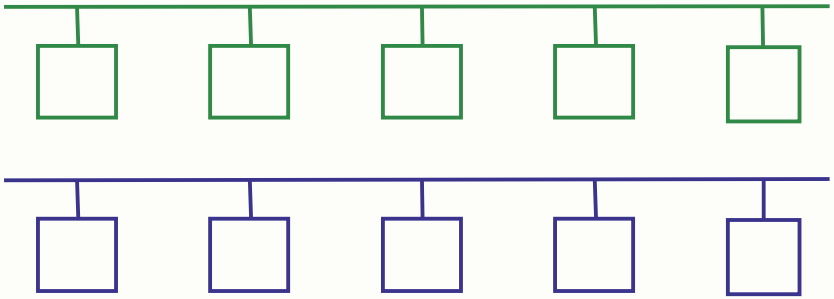
Maximale Segmentlängen

Technologie	*Ethernet*	*Fast-Ethernet*	*Gigabit-Ethernet*
Thickwire	500m	-	-
Thinwire	185m	-	-
UTP	100m	100m	100m
Shield. Coax	-	-	25m
LWL-MMF	2km	2km	550m (SX)
LWL-SMF	(40km)	40km	5km (LX)

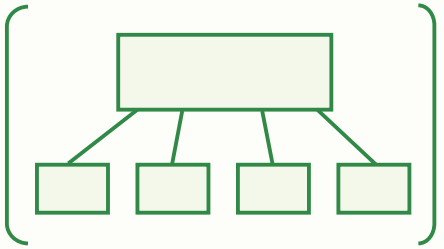
Spanning Tree Algorithmus (IEEE 802.1D)

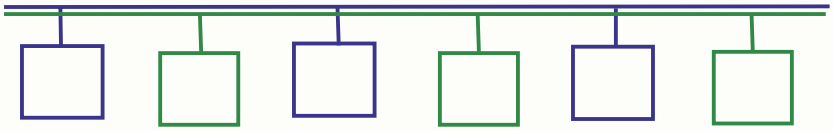


VLAN - Virtual LAN (IEEE 802.1Q)



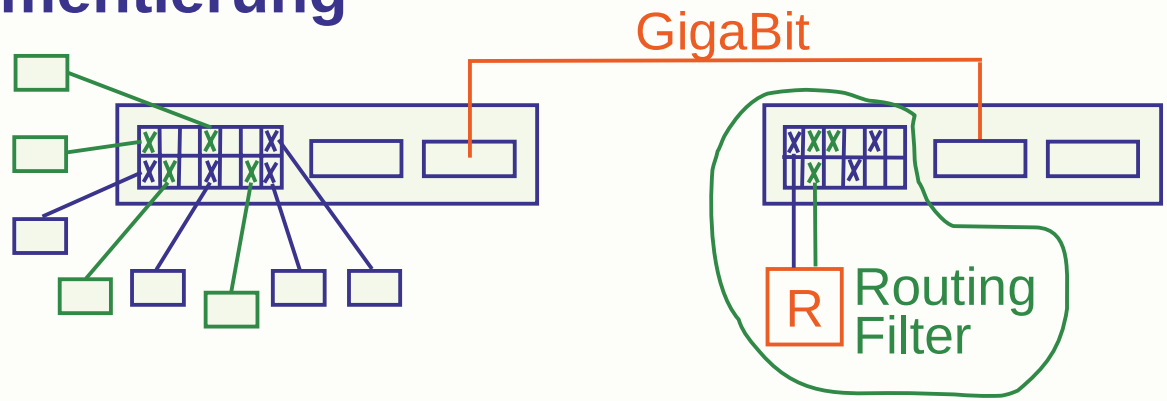
Physische LANs





2 virtuelle LANs
in einem physischen LAN

Implementierung



Frames werden mit einem VLAN-Tag übertragen

FDDI 1

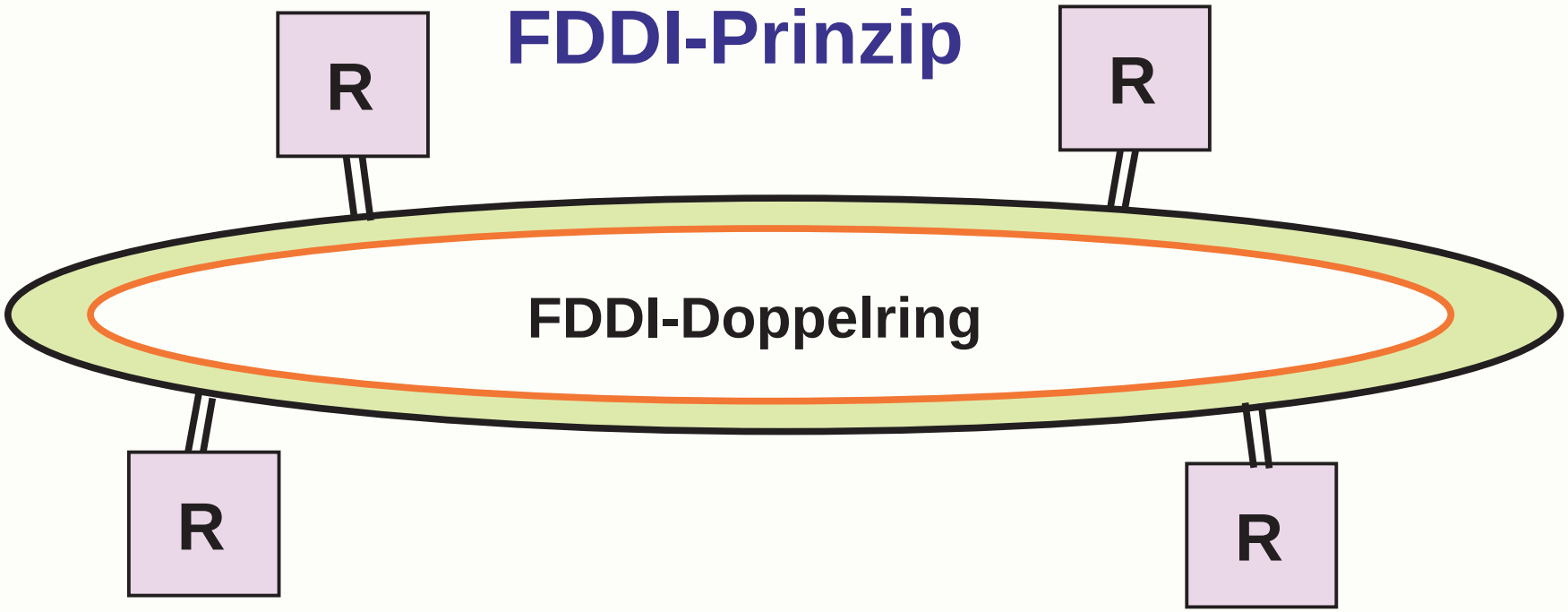
FDDI (*Fibre Distributed Data Interface*) ist das „klassische“ Backbone-Verfahren.

Es wurde definiert für:

- Übertragungsrate von 100 Mbit/s
  ---> Bitzeit ist 10 ns
- maximale Ringlänge von 100 km
- maximale Länge eines Segmentes von 40 km
- maximale Framegröße von 4.560 Byte
- maximale Knotenanzahl von 500
- kollisionsfreies Token-Verfahren

FDDI 2

FDDI-Prinzip



- Punkt-zu-Punkt-Verfahren ---> kollisionsfrei
- Störanfälligkeit wird durch Doppelring kompensiert
- Token erlaubt das Senden
- Jede Station hat definierten Durchsatz (1/n)

FDDI 3

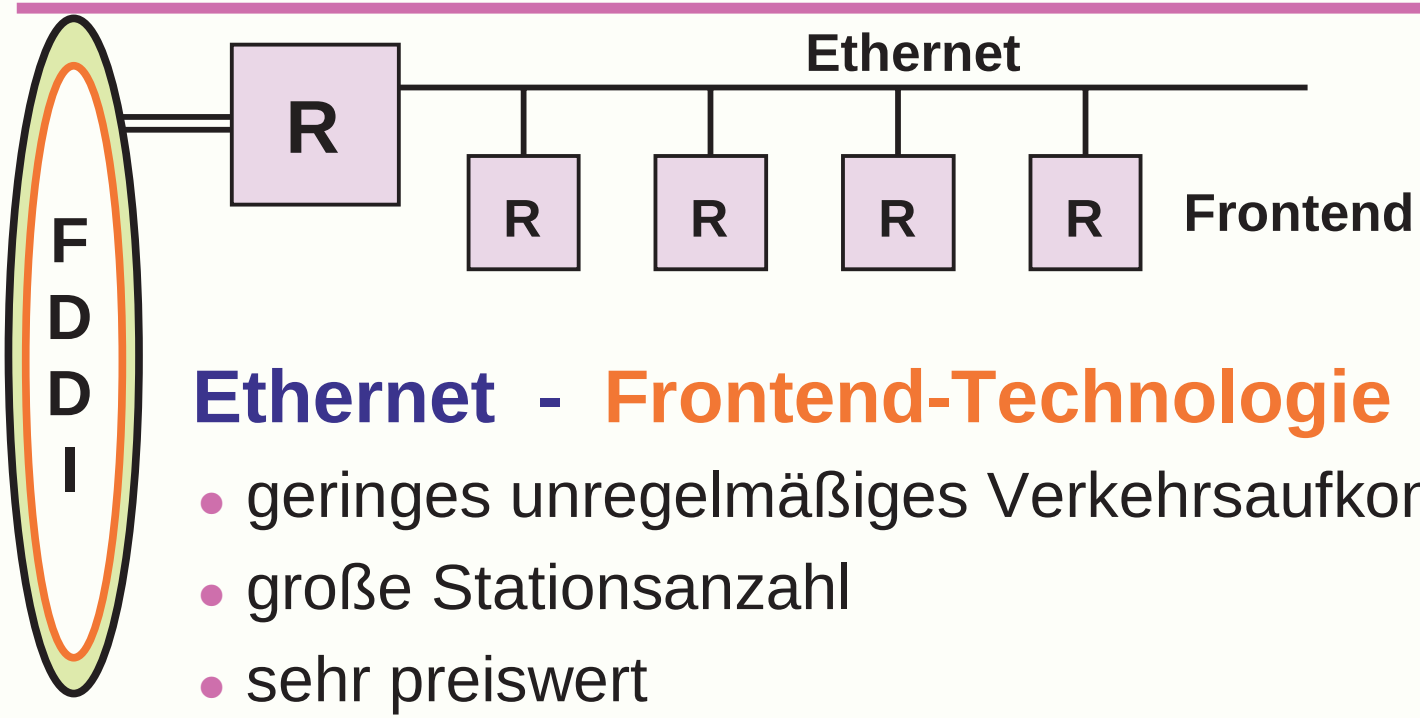
Vorteile von FDDI:

- hohe Ausfallsredundanz
- Echtzeitcharakteristika
- gutes Verhalten bei hoher Arbeitslast
- ideale Backbone-Technologie

Nachteile von FDDI:

- relativ aufwendig und teuer
- z. Z. keine Weiterentwicklung
- bei höheren Übertragungsraten sind MAN-Eigenschaften nicht mehr garantiert

FDDI 4



Ethernet - Frontend-Technologie

- geringes unregelmäßiges Verkehrsaufkommen
- große Stationsanzahl
- sehr preiswert

FDDI - klassische Backend-Technologie

- hohes, regelmäßiges, konstantes Verkehrsaufkommen
- geringe Stationsanzahl
- relativ teuer

IBH ISDN 1

ISDN (*Integrated Services Digital Network*)

Zielstellung:

- Vereinheitlichung der verschiedenen Netze
  - Telefonnetz
  - Telexnetz
  - Datennetze (DATEX-P und DATEX-L)
  - Fernwirkdienste
  - etc.
- Digitale Telefonie
- Digitale Basiskanäle zu 64 kbit/s
  (1 Byte pro 125 µs)

ISDN-Schnittstellen

Basisanschluß (S_0):

- 2 B-Kanäle und 1 D-Kanal
- Mehrgeräte- oder TK-Anlagenanschluß

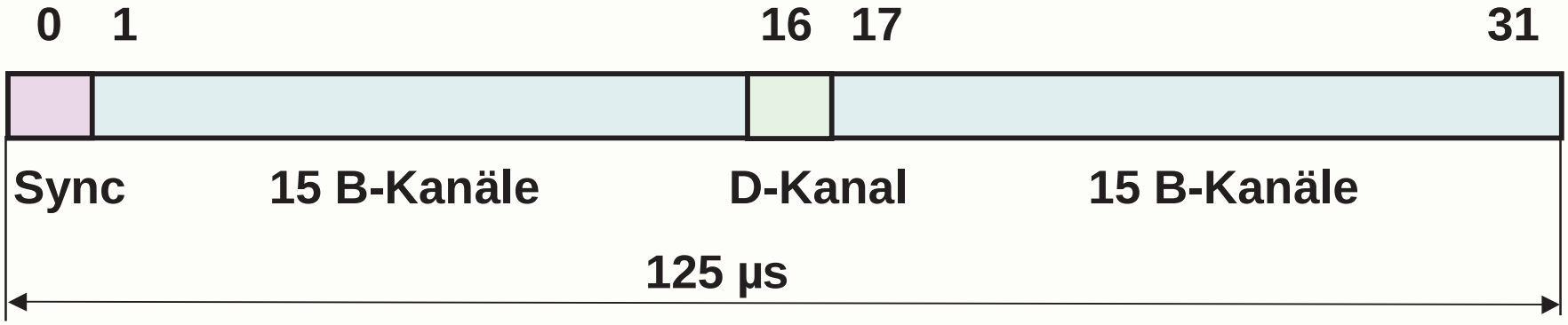
Primärmultiplexanschluß (S_{2M}):

- 30 B-Kanäle und 1 D-Kanal
- TK-Anlagenanschluß

Signalisierung über D-Kanal (OBM):

- DSS1-Protokoll

ISDN-Framing (PCM30-Frame)



STM - Synchronous Transfer Mode

Nachteile:

- festes Framing
- feste Zuteilung der Zeitslots zu den Kanälen

PCM-Multiplex-Hierarchie

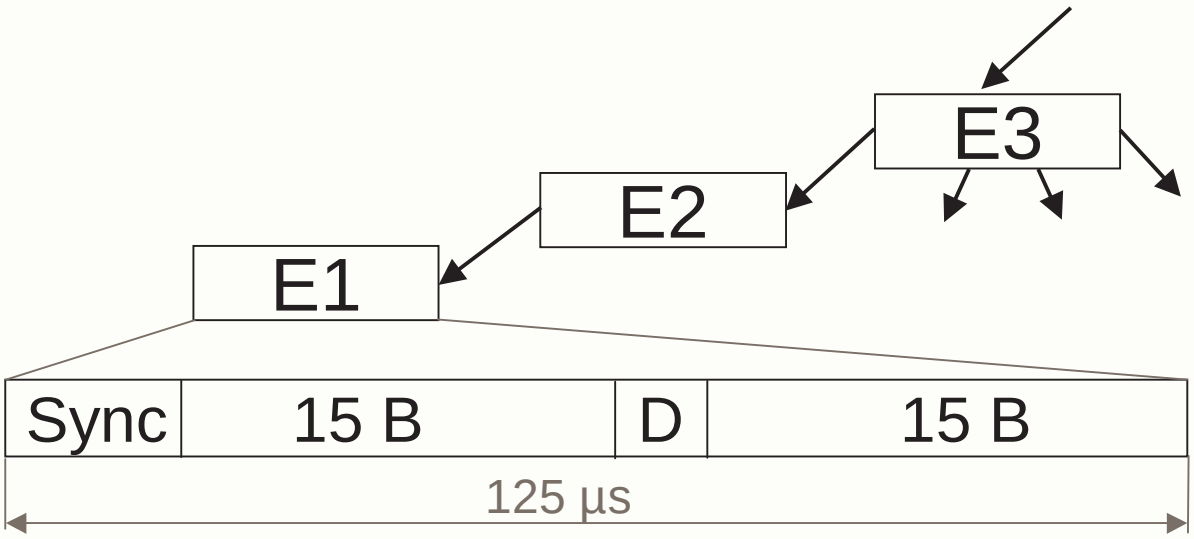
STM/PCM

1. alle 125µs wird ein Frame übertragen
2. freie ungenutzte Kanäle verbrauchen Bandbreite
   (70% - 90% ungenutzte Bandbreite)
3. kein Zugriff auf einzelne Kanäle ohne Zerlegung der Hierarchie
4. keine Mitbenutzung der freien ungenutzten Kanäle

34 Mbit/s

8 Mbit/s

2 Mbit/s



IBH Frame Relay

- Übertragungsverfahren für Weitverkehrsstrecken mit hoher Übertragungsrate
- Zusammen mit ISDN entwickelt, ursprünglich als Zubringerdienst für ISDN
- Frame Relay multiplext die Datenpakete verschiedener Stationen nach statistischen Gesichtspunkten
- Übertragung verbindungsorientiert
- bisher nur PVCs
- Standard ist verabschiedet auch für SVCs

Einführung in ATM 1

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) ist das Datenübertragungsverfahren des **Breitband-ISDN**.

ATM ist charakterisiert durch:

- einfaches Zell-Switching
- hohe Übertragungsleistung
- Punkt-zu-Punkt-Verfahren ---> kollisionsfrei
- längenunempfindlich ---> LAN, MAN, WAN
- universelles Verfahren für alle Dienste
- Bandbreitenreservierung für Echtzeitdienste
- hohe Effizienz (weil sehr primitiv)

Einführung in ATM 2

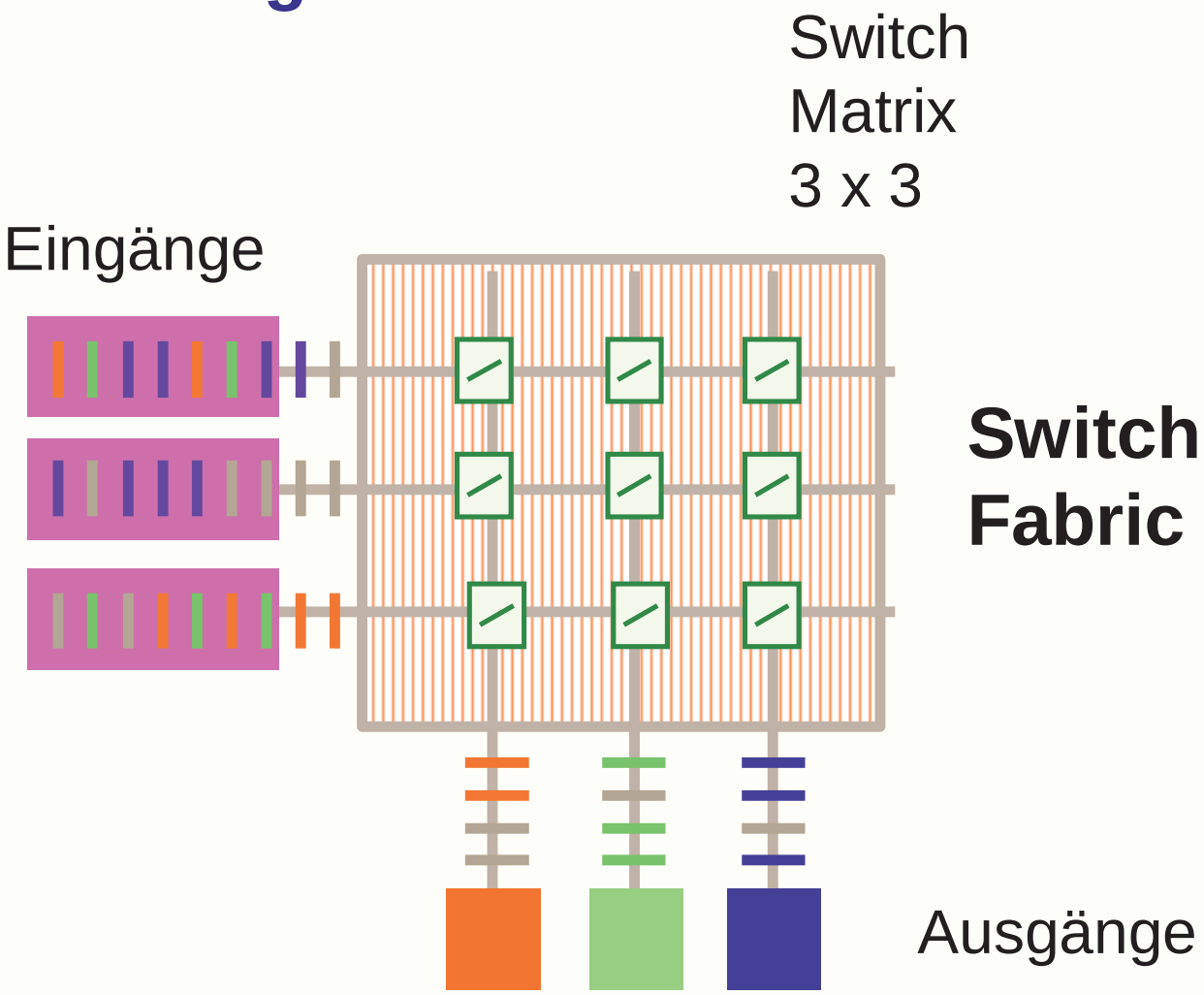
ATM-Dienste

- Telefonie
- Video
- LAN-Emulation
- IP over ATM

ATM-Schnittstellen

- 34 Mbit/s
- 155 Mbit/s (OC-3)
- 622 Mbit/s (OC-12)
- 2,4 Gbit/s (OC-48)

Zellen-Switching im ATM



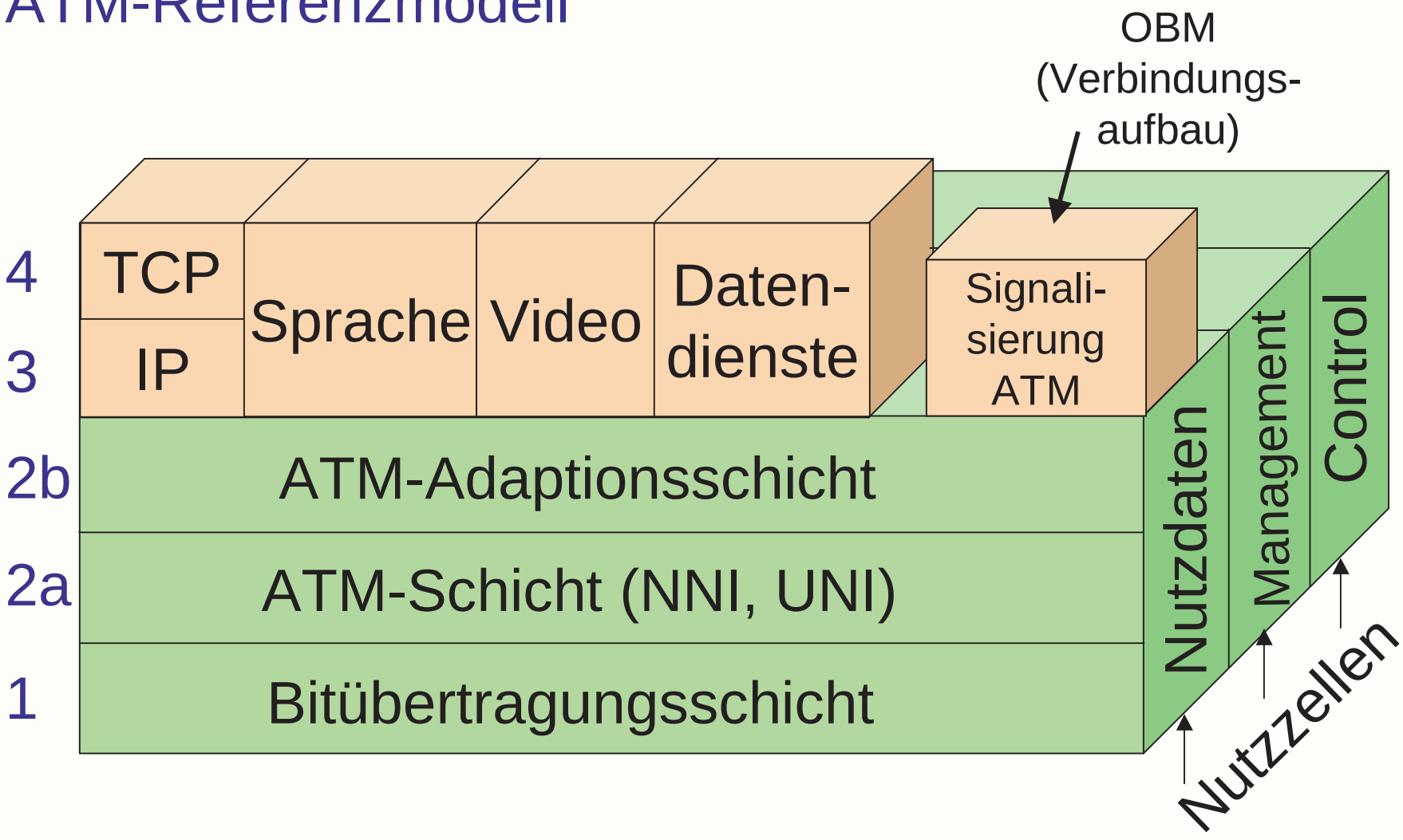
Aufbau einer ATM-Zelle

Header (5 Byte) **Payload (48 Byte)**

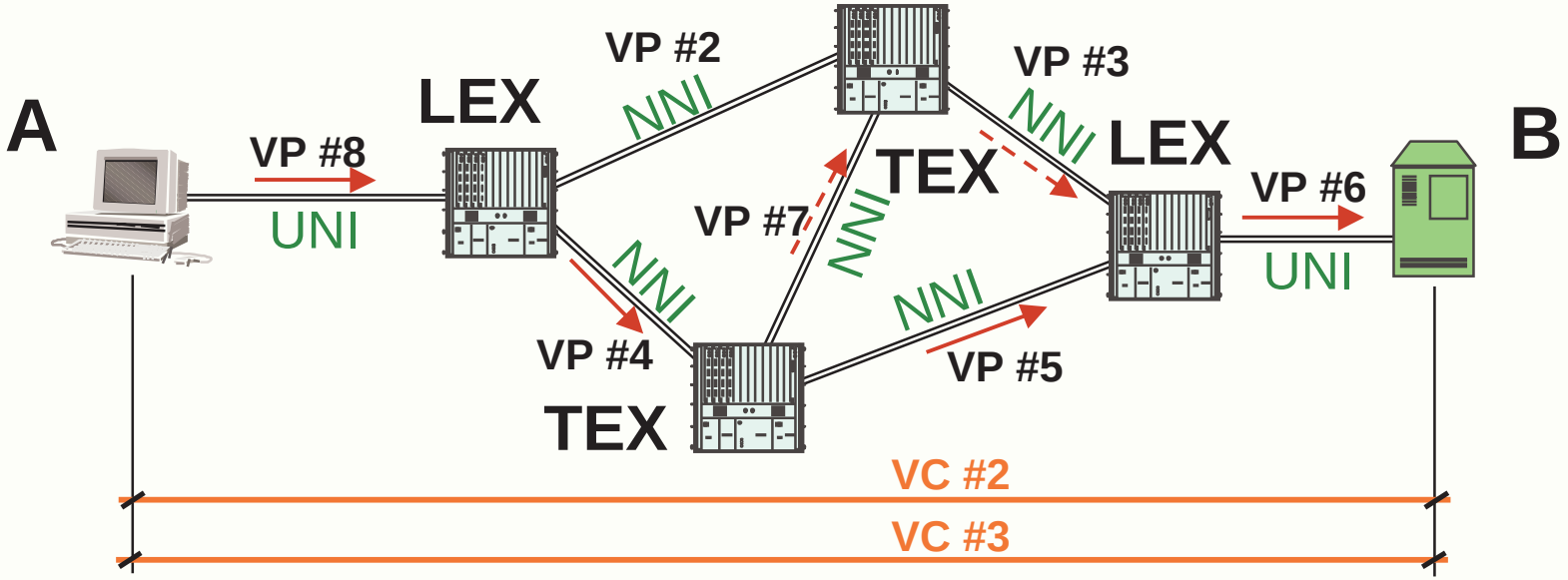
Headeraufbau für UNI:

GFC - Generic Flow Control (4 bit)
VPI - Virtual Path Identifier (8 bit)
VCI - Virtual Circuit Identifier (16 bit)
PT - Payload Type (3 bit)
C - Cell Loss Priority (1 bit)
HEC - Header Error Control (8 bit)
$G(n)=n^8+n^2+n+1$

ATM-Referenzmodell



Virtuelle Pfade und Virtuelle Verbindungen



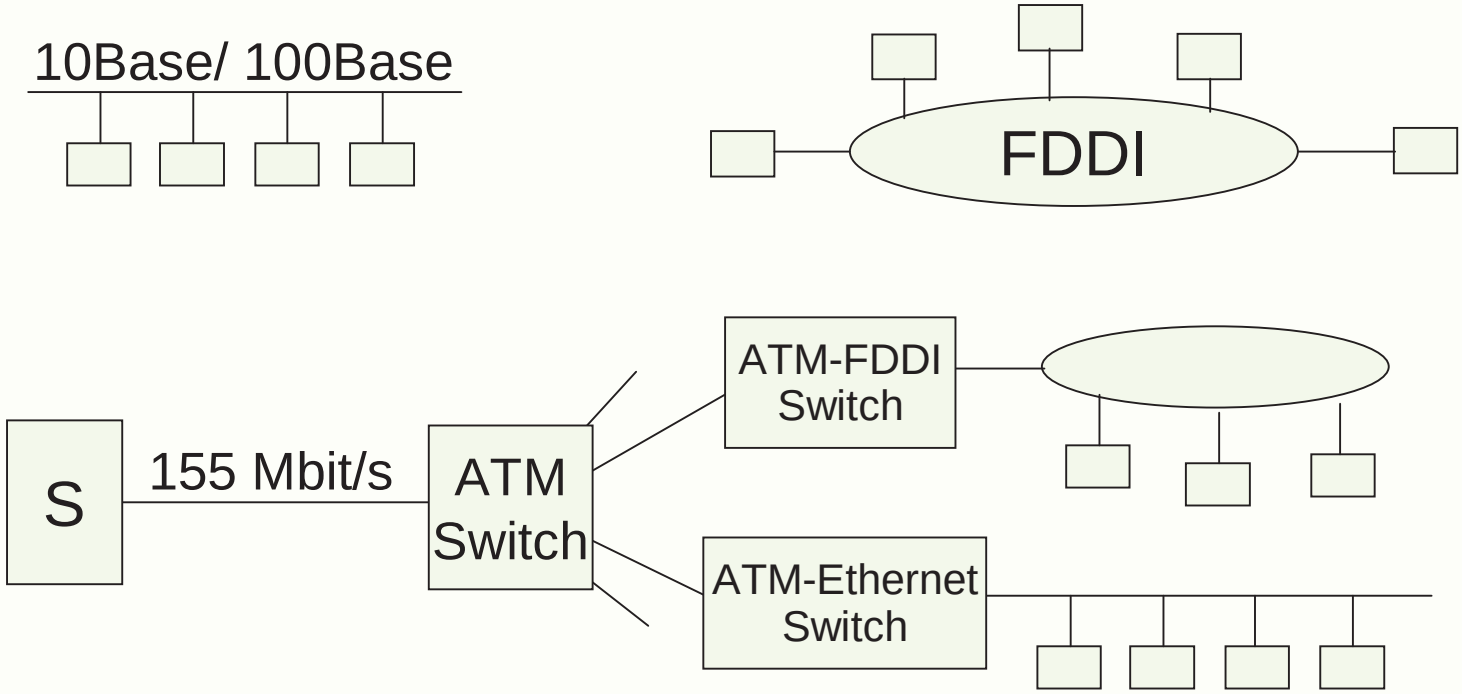
- Eine Verbindung von A nach B besteht aus mehreren Einzelverbindungen - Virtueller Pfad (Virtual Path)
- Bei gleichzeitig mehreren logischen Verbindungen zu einem Endknoten werden innerhalb der virtuellen Pfade mehrere virtuelle Kanäle (Virtual Circuits) eingerichtet

ATM-Dienste

ATM-Dienste werden in 4 Klassen unterteilt:

Klasse	A	B	C	D
Zeitverhalten	zeitkritisch		zeitunkritisch	
Protokolle	verbindungsorientiert			verbin-dungslos
Bitrate	CBR	VBR	ABR	
Dienst	Sprache	Video	DÜ	
Typ	AAL1	AAL2	AAL3/5	AAL4

ATM in Rechnernetzen



Ziel: Integration von ATM, ohne bestehende Strukturen zu ändern
(--> *keine* Änderungen in den höheren Schichten)

---> LAN-Emulation (LANE)

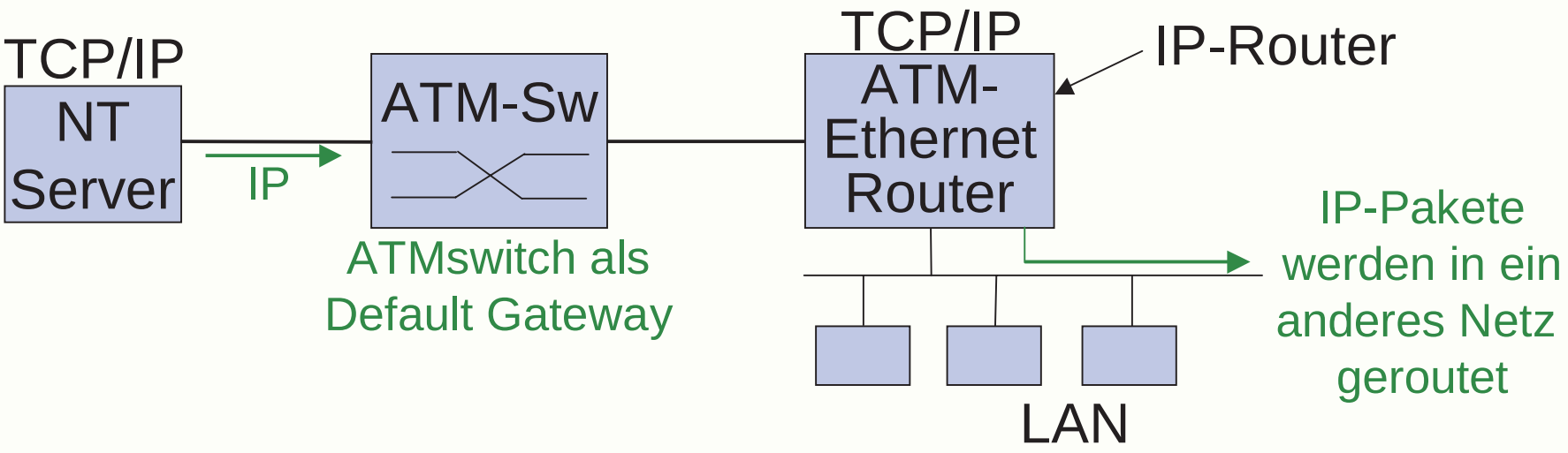
ATM in Rechnernetzen 2

IP over ATM (Classical IP over ATM) für IPv4

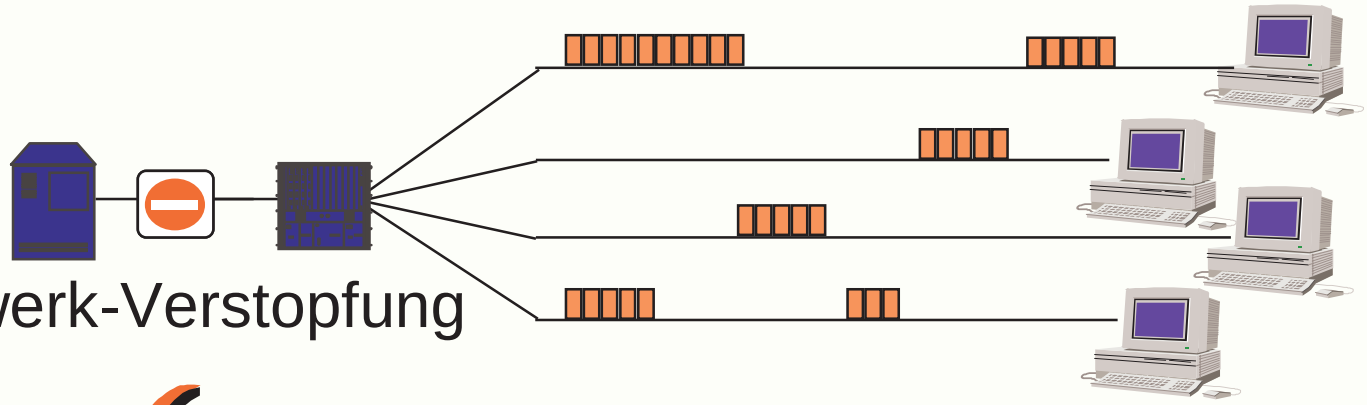
wesentlich effektiver, da LAN mit ihrem Broadcast-Mechanismus nicht emuliert werden.

IP-Routing über ATM

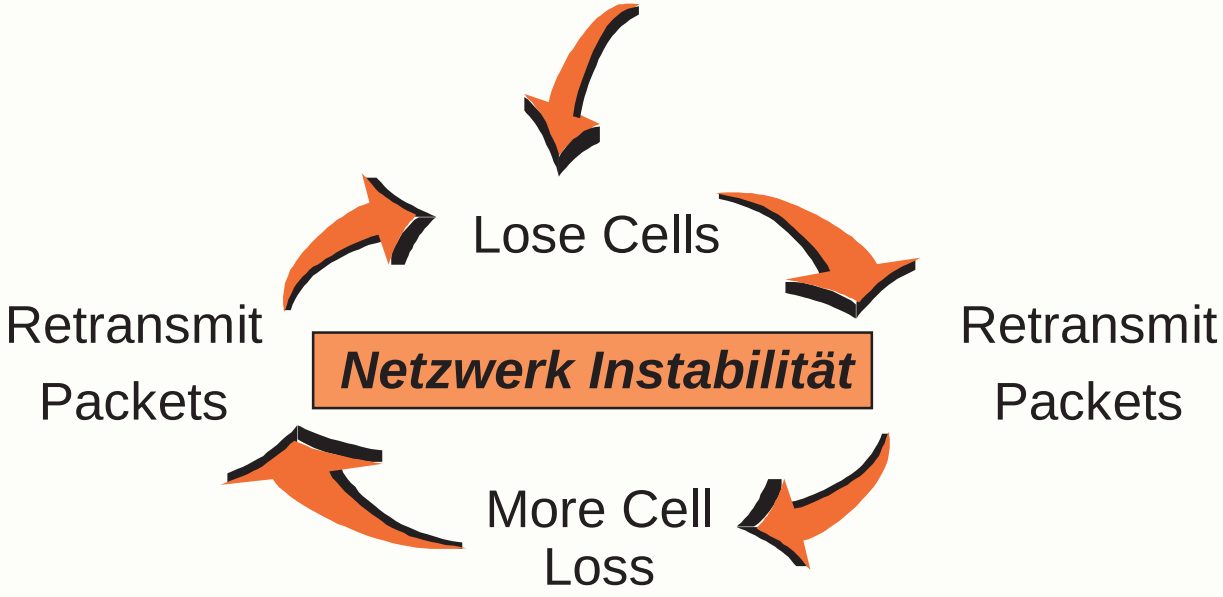
Folge: Es funktioniert nur für TCP/IP (Internet)



Zellverluste führen zur Instabilität



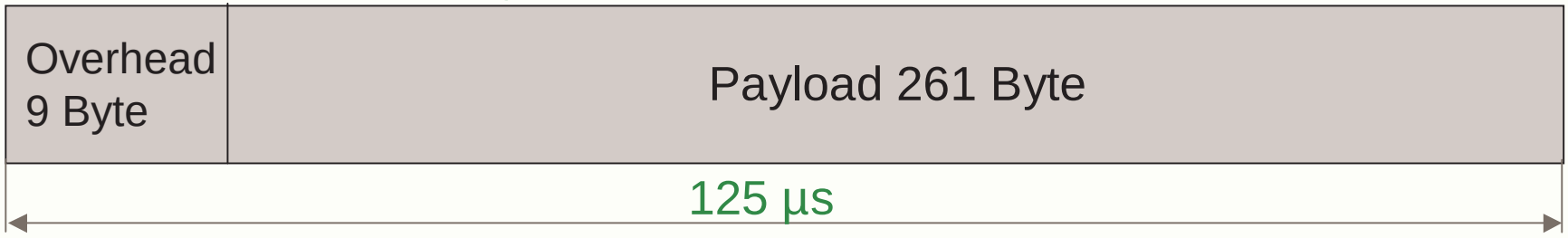
Netzwerk-Verstopfung



Synchrone Digitale Hierarchie SDH - G.708

- Flexible Verwaltung breitbandiger Übertragungswege
- direkter Zugriff auf einzelne Kanäle
- Basistransportmodul ist der STM-1-Rahmen
  hierarchische Untergliederung für verschiedene Nutzsysteme (virtuelle Container und administr. Einheiten)
- Migrationsstrategie für den Übergang auf ATM
- Vermaschung von ATM-Vermittlungsstellen

STM-1-Rahmen: 270 Byte



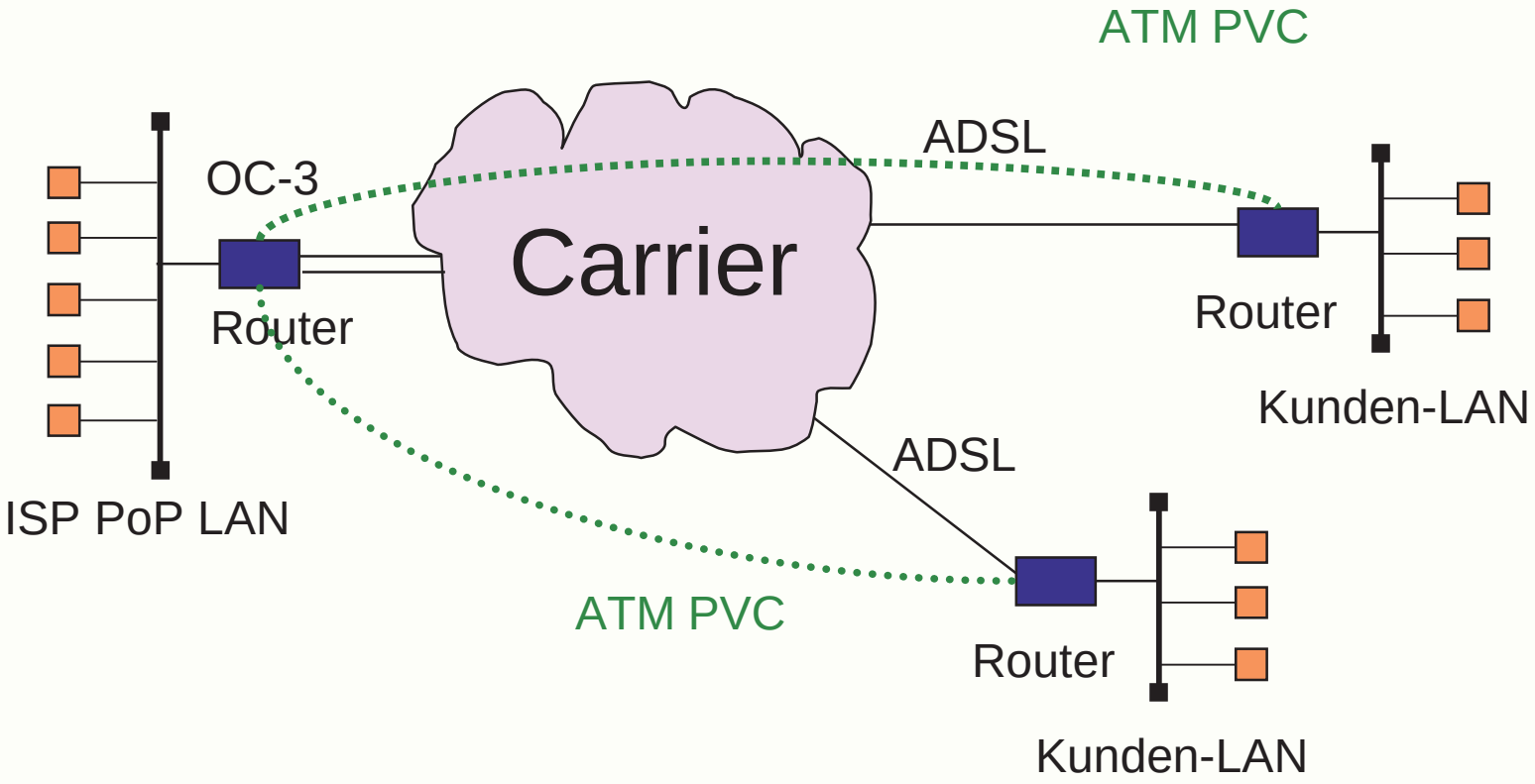
DSL-Technologien 1

- xDSL
  - Ausnutzung der Breitbandeigenschaften von Cu-DA
  - ADSL (Asymmetrisch) bei -T-- in der Einführung
  - Hohe Bandbreite, aber
    - Nur für Carrier verwendbar
    - Kurze Entfernungen
    - Massives Übersprechen
  - Besonders geeignet für Intranet-Anwendungen
    - Verwendbare Cu-DA oft im Werksgelände vorhanden
    - Einsparung und mehr Performance gegenüber aktuellen Lösungen
  - Für klassische ISPs schwer zugänglich
    - xDSL funktioniert nur zwischen Carrier und Kunde

DSL-Technologien 2

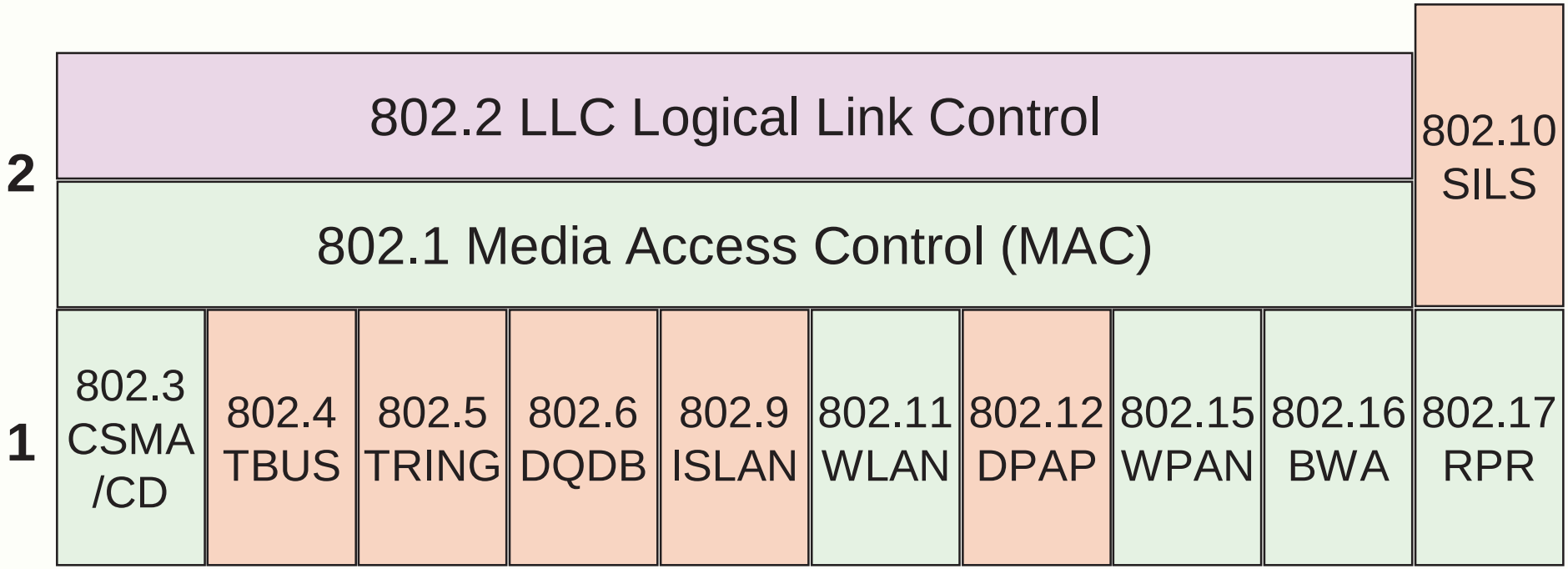
Mögliche Lösung für ISP:

- ATM OC-3 (155 Mbit/s) Zuführung zum ISP
- ATM über ADSL zum Kunden



Standardisierung 1

Arbeitskreise der IEEE 802



Standardisierung 2

Ruhende IEEE-Standards

Layer 1

802.4	Token-Passing Bus Access Method
802.5	Token Ring Access Method
802.6	Distributed Queue Dual Bus (DQDB)
802.7	Broadband Local Area Networks
802.9	Integrated Services LAN
802.12	Demand Priority Access Method

Layer 2

802.10	Interoperable LAN/MAN Security (SILS)

Standardisierung 3

Aktuelle Weiterentwicklungen

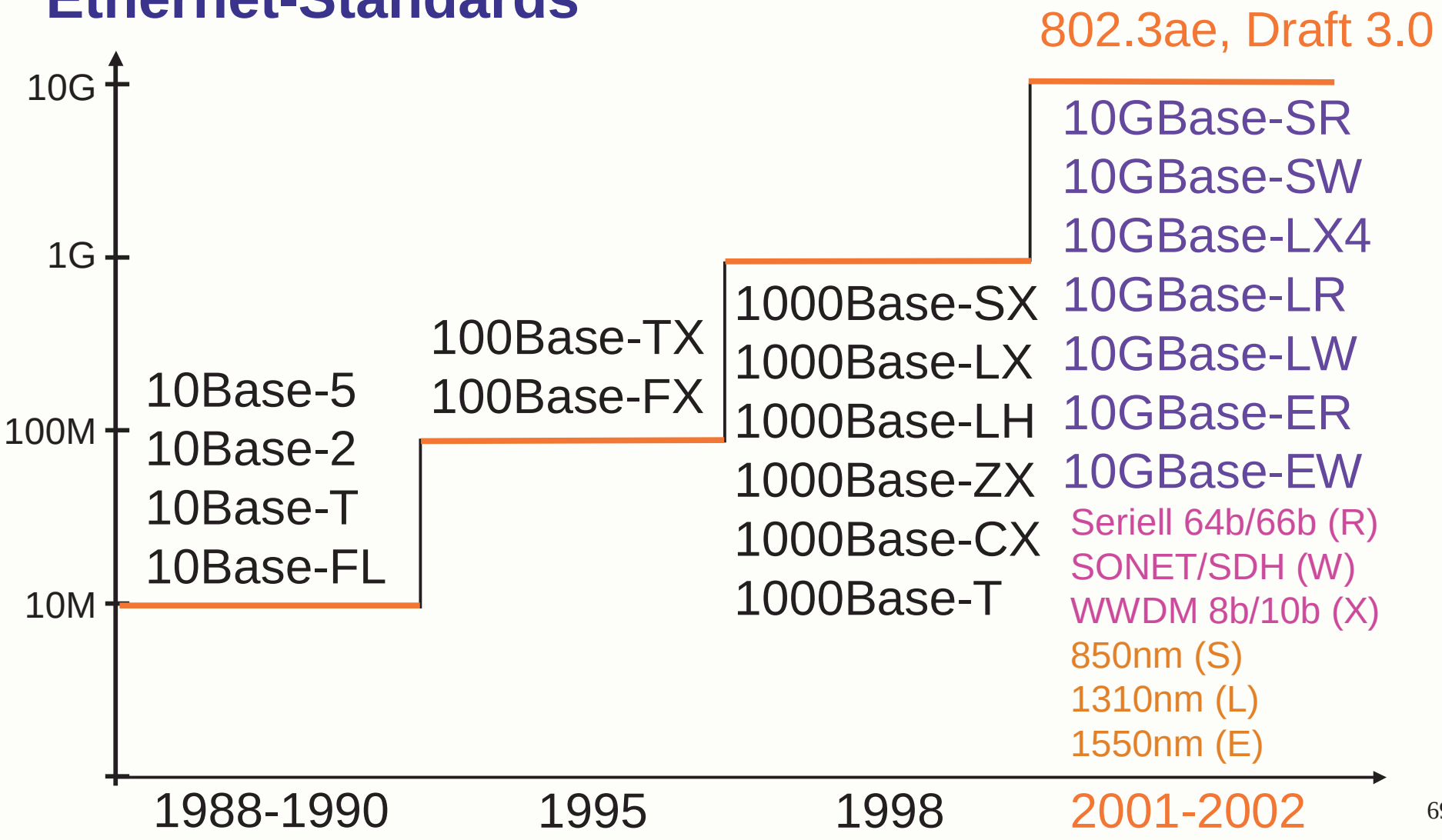
- 802.3 CSMA/CD
  ---> 10-Gigabit-Ethernet
  ---> Ethernet in the First Mile
- 802.11 Wireless LANs (2.4 GHz band)
- 802.15 Wireless Personal Area Networks (Unapproved Draft)
- 802.16 Broadband Wireless Access Systems (Unapproved Draft)
- 802.17 Resilient Packet Ring (Project Authorization Request)

Standardisierung 4

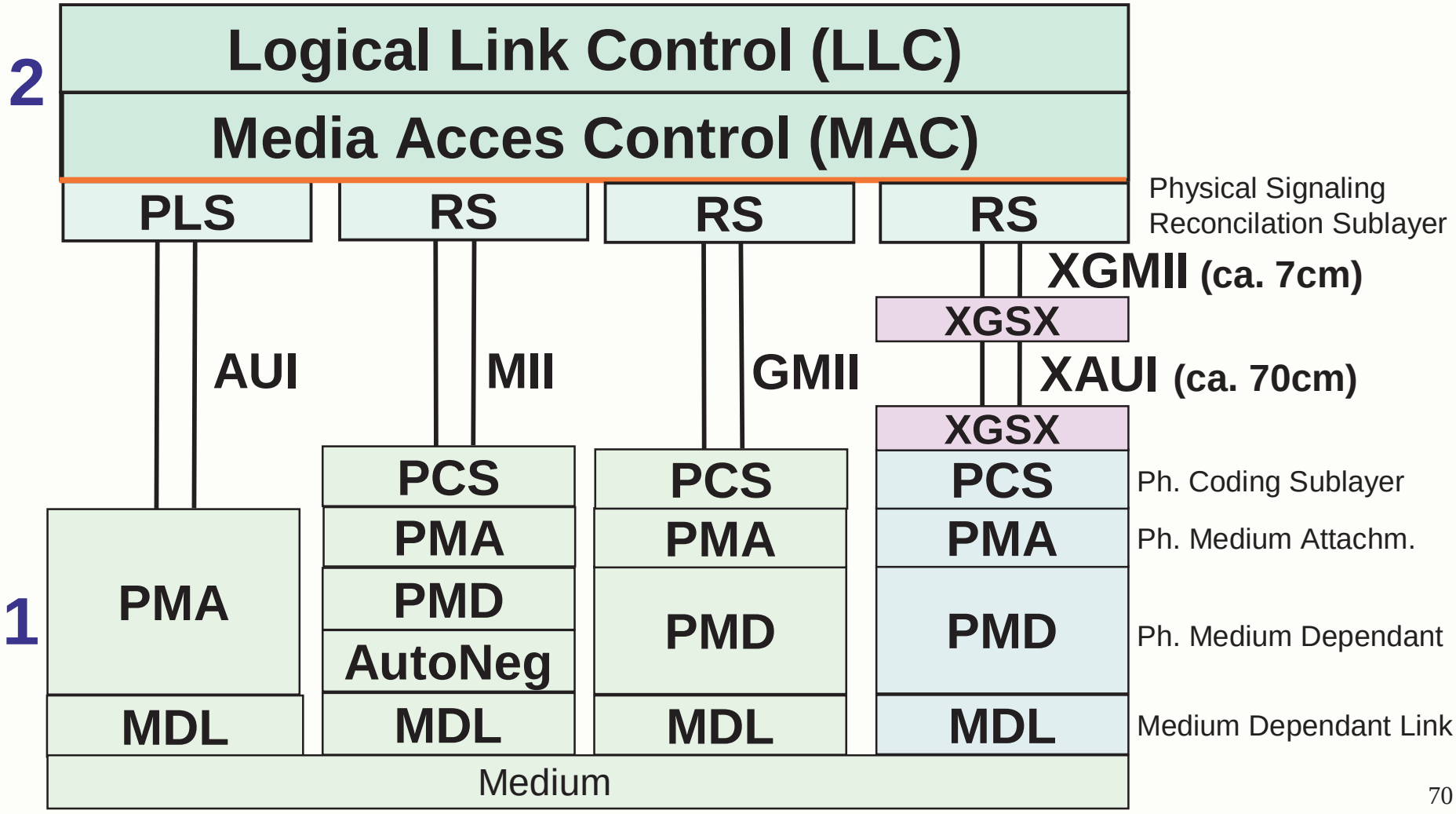
IEEE 802.1 High Layer Interfaces (HILI)

- 802.1d Spanning Tree
- 802.1p Quality of Service (Priority)
- 802.1q Virtuelle LANs (VLAN)
- 802.1s Multiple Spanning Tree
- 802.1v VLAN Class by Protocol and Port
- 802.1w Rapid Reconfiguration
- 802.1x Port based Network Access Control

Ethernet-Standards



Einordnung der 10-Gigabit-Technologie



Zusammenfassung

- So, wie im Bereich der Netzwerkprotokolle sich TCP/IP zur dominierenden Technologie entwickelt hat, kann man auch im Bereich der Netzwerk-Technologien eine Entwicklung zur Dominanz der Ethernet-Technologie beobachten.
- Ursachen:
  - Einsatz von Switching-Technologien
  - Einsatz von Punkt-zu-Punkt-Verbindungen --> WAN-Eigenschaften (z. B. SONET/SDH)
  - Bereitstellung ausreichend hoher Bandbreiten
  - Intensive Weiterentwicklung der Standards (VLAN, QoS, Multiple Spanning Tree, Rapid Reconfiguration)

Vielen Dank!

Fragen Sie???

Wir antworten.